Jahrbuch der Naturkunde

Neunter Jahrgang 1911

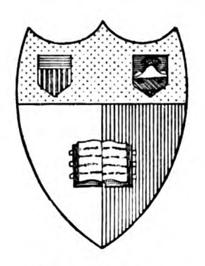
KARL PROCHASKAS ILLUSTR. JAHRBÜCHER

Von Herm. Berdrow

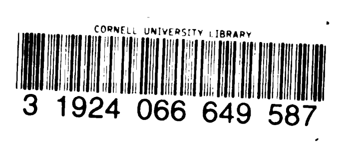


VERLAG UND DRUCK VON KARL PROCHASKA ▵ LEIPZIG ▿ WIEN ▿ TESCHEN

Preis 1 Mk. 50 = 1 K 80







»Prochaskas Illustrierte Jahrbücher« bestehen aus folgenden Teilen:

Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen.

Erscheint alljährlich seit 1901. Die Jahrgänge I—IV. kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom V. Jahrgang ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte.

Erscheint alljährlich seit 1900. Die Jahrgänge I—IV kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom V. Jahrgang (Geschichte des Jahres 1904) ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen.

Erscheint alljährlich seit 1902. Die Jahrgänge I—III kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom IV. Jahrgang ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde.

Erscheint alljährlich seit 1903. Die Jahrgänge I und II kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom III. Jahrgang ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Gesundheit.

Hievon ist ein Jahrgang erschienen, der broschiert 1 Mark, in Leinwand gebunden 2 Mark kostet.

Auf Wunsch werden auch die früher brosch. erschienenen Bände der »Illustr. Jahrbücher« in dem neuen Halbleinen-Einband zum Preise von 1 Mark 50 der Band geliefert.

Prochaskas Illustrierten Jahrbüchern liegt der Gedanke zu Grunde, über die Fortschritte der Kultur auf den wichtigsten Gebieten des modernen Lebens alljährlich eine Revue zu geben, die übersichtlich, allgemein verständlich und derart stilistisch gehalten ist, daß ihre Lektüre eine anziehende, geistbildende Unterhaltung genannt werden kann.

Für jung und alt, für alle Gesellschaftskreise gleich geeignet und gleicherweise interressant, sind diese Jahrbücher eine der empfehlenswertesten Erscheinungen der neueren volkstümlichen Literatur.

Urteile der Presse über Prochaskas Illustrierte Jahrbücher.

Über Land und Meer. Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen. „Ein glücklicher Gedanke ist hier in gediegener Weise verwirklicht: ein bequemer Überblick über die technischen Fortschritte in Form eines reich illustrierten Jahrbuchs zu außerordentlich billigem Preis."

Basler Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Endlich haben wir einmal eine gute, billige und ausgezeichnet illustrierte Übersicht alles dessen, was die Naturkunde im Laufe eines Jahres als neue Entdeckungen zu verzeichnen hatte. Es ist eine Freude, die prächtige, für jedermann verständliche Übersicht zu lesen. Jeder Gebildete sollte diese Jahrbücher erwerben und sie nicht nur in seiner Bibliothek aufstellen, sondern auch lesen. Derartige Schriften nützen der Aufklärung unendlich viel mehr als alle kulturkämpferischen Zeitungsartikel. Möchte doch dieses Unternehmen die weiteste Verbreitung in allen Schichten der Bevölkerung finden."

Frankfurter Zeitung. Prochaskas Illustrierte Jahrbücher erfreuen sich einer von Jahr zu Jahr wachsenden Anerkennung, was bei der Gediegenheit des Inhalts und der Ausstattung, sowie dem billigen Preise nicht zu verwundern ist. In der Anlage übersichtlich, in der Darstellung fast durchwegs klar und allgemein verständlich gehalten, ohne irgend trivial zu werden, unterrichten diese Jahrbücher über die in ihnen behandelten Erfahrungs- und Forschungsgebiete mit einer für den Nichtfachmann vollkommen ausreichenden Ausführlichkeit, den Fachmann selbst aber mitunter verblüffenden Gründlichkeit. Bei der ungeheuren Fülle von Eindrücken, die tagaus tagein aus dem Leben, aus Tagesblättern und Zeitschriften auf den wissensdurftigen Kulturmenschen einwirken, ist es für den gewöhnlichen Sterblichen fast unmöglich, Spreu und Weizen zu scheiden und aus dem Vielerlei ein klares Bild zu gewinnen. Da sind denn Führer, wie es Prochaskas Jahrbücher sein wollen, durchaus am Platze. Rückschauend blicken wir noch einmal des Weges entlang, den wir durch lange Monate gewandert sind, und erkennen staunend, daß manches Kleine groß und manches Große klein geworden, alles aber, den Gesetzen der geistigen Perspektive gemäß, nach Möglichkeit gewertet, gesichtet und geordnet ist. So gewinnen wir nachträglich ruhende Pole in den Erscheinungen Flucht — immer vorausgesetzt natürlich, daß wir guten Führern folgen. Und Prochaskas Jahrbücher sind solche Führer.

Die Woche. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Wir können dem stattlichen Bande kein besseres Geleitwort auf den Weg mitgeben, als den Ausdruck unserer Überzeugung, daß es dem Verfasser gelungen ist, die Worte seines Programms glänzend zu verwirklichen: ‚Nicht ein Urkunden- oder Nachschlagebuch ist, was wir den Lesern bieten, sondern wir wollen ihnen die handelnden Personen, die Kämpfe und Ereignisse in möglichst lebensvollen Bildern vorführen, die Triebkräfte des politischen Lebens aufdecken und den inneren Zusammenhang alles Geschehenen klarmachen.' Die volkstümliche, klare und doch vornehme Haltung des Jahrbuchs werden demselben gewiß viele Freunde und Schätzer gewinnen. Wer eine aller Parteilichkeit entkleidete Schilderung der Ereignisse jedes Jahres wünscht, säume nicht, sich in den Besitz dieses gediegenen ‚Jahrbuchs' zu setzen."

Fortsetzung am Schluße des Buches



Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde

Neunter Jahrgang.

Rekonstruktion des Urmenschen von Le Moustier.

PROCHASKAS ILLUSTRIERTE JAHRBÜCHER

Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde

Neunter Jahrgang 1911 Von H. Berdrow



Leipzig
Königstraße 9/11.

Karl Prochaska in Teschen

Wien
Seilerstätte 5.

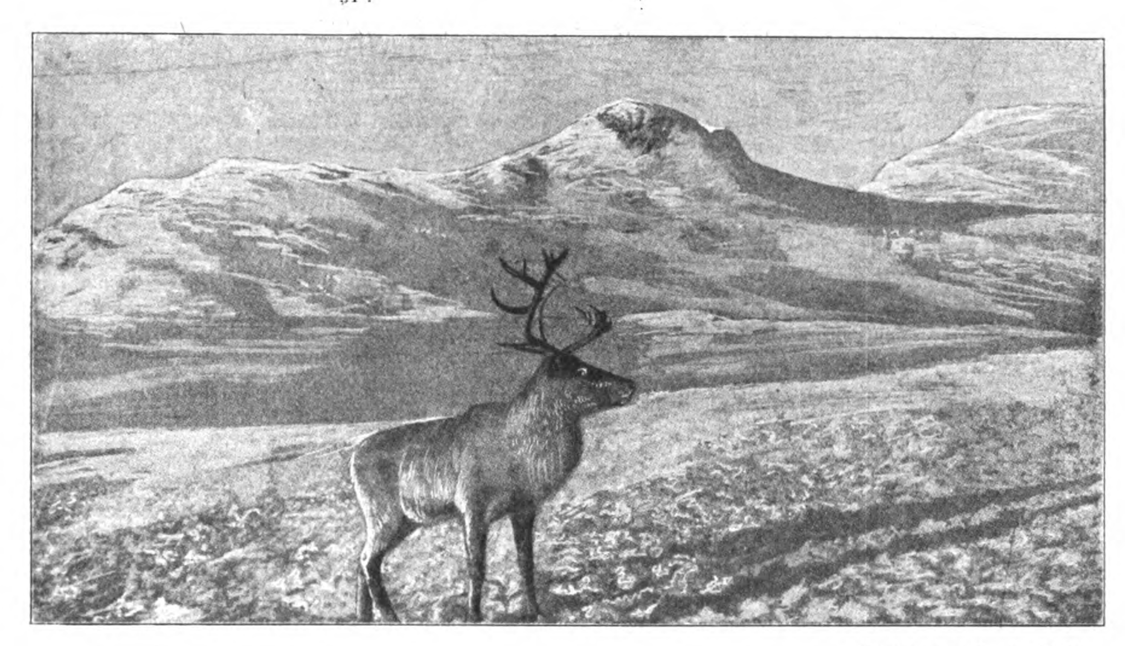
Inhaltsverzeichnis.*)

*) Denjenigen Herren, die mich durch Übersendung ihrer wissenschaftlichen Arbeiten zu unterstützen die Freundlichkeit hatten, spreche ich meinen ergebensten Dank aus. Herm. Berdrow.



Alphabetisches Sachregister.





Renntier im Hardanger Gebirge.

Weltall und Sonnenwelt.

(Astronomie, Meteorologie.)

Der Komet. * Aus der Planetenwelt. * Im Bezirk der Fixsterne. * Atmosphärische Erscheinungen.

Der Komet.

Der Halleysche Komet sollte das große naturwissenschaftliche Ereignis des Jahres 1910 werden. Welche Erwartungen hatten Gelehrte und Ungelehrte auf sein Erscheinen gesetzt! Erhoffte die Laienwelt sich ein glänzendes Schauspiel am Sternenhimmel, so gedachte der Astronom dem langgeschwänzten Himmelswanderer mit allen wissenschaftlichen Hilfsmitteln der Neuzeit zu Leibe zu gehen, um möglichst tief in das Geheimnis seiner Herkunft und seines Wesens einzudringen. Das ewig alte Gerücht eines Zusammenstoßes der Erde mit dem Schweifträger, die ganz neue Vermutung, er könne die Atmosphäre mit Blausäure schwängern und alle atmenden Lebewesen mit einem Schlage ausrotten, schreckten die Ängstlichen und Abergläubischen. Mancher Leichtfuß vertat schnell noch Hab und Gut, manch Hasenherz wartete den Anbruch des verhängnisdrohenden Tages gar nicht ab, sondern entzog sich dem Weltuntergange beizeiten durch Selbstmord, ohne den Beschwichtigungen der Presse und öffentlicher Vorträge ein Ohr zu leihen. Anderseits standen kühne Wetterpropheten auf und machten, als ob sie mittels des Kometen das Wetter kommandieren könnten, sich anheischig, auf Bestellung Regen, Wind und Sonnenschein zu liefern, natürlich gegen Vorausbezahlung. Andere, unter ihnen leider ein deutscher Dichter von Ruf, begannen wider den Stachel der Kopernikanischen Weltanschauung zu löcken und machten die Erde wieder zum Zentrum des Universums, was den gutherzigen alten Astronomen Flammarion nötigte, seinerseits noch einmal alle Beweisgründe für Kopernikus und Galilei ins Feld zu führen. Ach ja, der böse Komet!

Aber er kam doch wenigstens und konnte vielfach auch mit unbewaffnetem Auge gesehen werden; während in unseren Breiten hauptsächlich nur der Kern sichtbar wurde, bot in tropischen Gegenden oder von hochgelegenen Beobachtungspunkten aus auch der Schweif ein glänzendes Objekt. Als Beweis dafür sei wenigstens ein Bericht, der Brief eines Missionärs vom 5. Juli 1910 aus Hohenfriedeberg bei Wilhelmstal in Deutsch-Ostafrika, auszugsweise angeführt.*)

„Mit Spannung erwarteten wir den Kometen, nicht nur wir Weißen, sondern auch die Schwarzen, die unter dem Einfluß der Mission stehen und durch mündliche Belehrung wie auch durch unsere zwei Zeitungen auf die seltene Erscheinung vorbereitet waren. Die eifrige Lehrerin unserer deutschen Schule hatte es übernommen, uns zu wecken, falls der Komet sichtbar wurde. Nacht für Nacht schaut sie aus: Nebel! Nebel! Da endlich, am Mittwoch vor Pfingsten (11. Mai), früh nach 4 Uhr, klopft es an unserem Schlafstubenfenster: ‚Der Komet ist da!‘ Im Nu waren wir in den Kleidern, eilten hinaus vor die Tür

*) Tägl. Rundschau 1910, Nr. 357.

und wurden fast überwältigt von der Herrlichkeit der himmlischen Erscheinung.

„Zahlen vermag ich nicht anzugeben, aber wir sahen den strahlenden Kern des Kometen über der Steppe stehen und seinen breiten, bis an den Zenith reichenden Schweif in wunderbarem Glanze. Etwas rechts oben über dem Kern leuchtete der Morgenstern in seltener Helligkeit. Komet und Venus aber waren umrahmt von dem funkelnden Heer der übrigen Gestirne. Lange standen wir, versunken in den über alle Maßen schönen Anblick. Mein kleines Töchterchen aber fragte dann etwas besorgt — es wehte ein kühler Wind: ‚Kann auch der Wind nicht den schönen Kometenschwanz wegwehen?'

„Die drei folgenden Nächte war dann der Komet wieder von Wolken verdeckt. Am Pfingstmorgen aber (15. Mai) sahen wir ihn dann wieder in unverhüllter Majestät. Das war ein herrlicher Pfingstmorgen! — Wir sahen dann den Kometen noch öfters, brauchten nicht einmal aufzustehen, sondern konnten ihn von unseren Betten aus bewundern. Bis er dann die Sonne umlaufen hatte, im Westen stand und — nachdem er noch oft des Abends (7—8 Uhr) von uns angeschaut war — allmählich in den weiten Himmelsräumen entschwand."



Der Halleysche Komet von 1835 nach einer Zeichnung

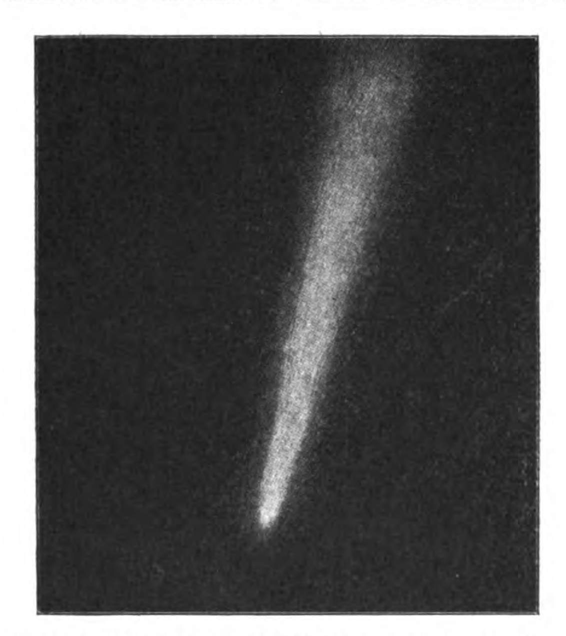
Die Länge des bei uns mit bloßem Auge kaum bemerkbaren Schweifes betrug in günstiger gelegenen Breiten 38 Grad (11. Mai, Helwan Observatorium), 65 Grad (16. Mai), 45 Grad (13. Mai, Marseille) u. s. w.*) Dieser normale, von der Sonne abgewendete Schweif, dessen Länge bis zu 50 Graden und darüber geschätzt worden ist, konnte auf einer Aufnahme, die am 7. Mai auf der photographischen Sternwarte der Technischen Hochschule zu Charlottenburg angefertigt wurde, nicht entdeckt werden, offenbar weil er zu lichtschwach war gegenüber einigen anderen, „anormalen" Schweifgebilden, welche die Zeichnung Prof. Miethes zeigt. Auf ihr (s. S. 22) sieht man, wie Dr. P. Guthnick beschreibt, zunächst einen aus drei helleren, nahezu geradlinigen Strahlen bestehenden, gegen die Sonne hin gewendeten „anormalen" Schweif von wenigen Bogenminuten Länge, welcher sich aus der den eigentlichen Rand umgebenden Nebelhülle oder Koma entwickelt (diese dunkelste Partie in der Zeichnung ist in Wirklichkeit der hellste Teil). An dem Kern selbst fällt die ausgeprägt elliptische Form auf. Die halbmondförmige Koma ist mit hakenförmigen Ansätzen versehen, welche vielleicht auch die hellsten Teile von Schweifen sind, die infolge ihrer Lichtschwäche und der Helligkeit des Himmelsgrundes auf der photographischen Platte nicht herausgekommen sind.

*) Nature, Nr. 2118.

Dieser anormale Schweiftypus ist eine bei vielen Kometen beobachtete Erscheinung. Man nimmt an, daß die zu diesem Typus gehörenden Schweife aus verhältnismäßig gröberen und dichteren Partikelchen bestehen, welche nicht mehr merklich dem Strahlungsdrucke oder der elektrischen Abstoßung der Sonne unterliegen, sondern in ihren Bewegungen hauptsächlich von der Geschwindigkeit, mit der der Komet sie ausstößt, und von der Anziehungskraft der Sonne beeinflußt werden. Im Gegensatz hiezu bestehen die normalen Schweife aus Gasen — hauptsächlich Wasserstoff, Kohlenwasserstoffe und andere Kohlenstoffverbindungen — und vielleicht aus den Dämpfen verschiedener Leichtmetalle, deren kleinste Teile von der Sonne abgestoßen werden und daher, nachdem sie an der der Sonne zugekehrten und am stärksten erwärmten Seite des Kerns ausgetrieben worden sind, sehr bald wieder zurückbiegen und so die gewöhnlichen langen, von der Sonne abgewendeten Kometenschweife bilden. Die Gesamthelligkeit des Kometen wurde von den Beobachtern am Tage der Aufnahme der eines Fixsternes erster Größe gleichgeschätzt, der Kern allein war nur sechster Größe.

Der Astronom der Yerkes-Sternwarte Barnard hat auf photographischen Aufnahmen, die an einem Zehnzöller gemacht sind, den Durchmesser des Halleyschen Kometen anfangs Februar gemessen und gleich 300.000 Kilometer gefunden. Die Schweiflänge war scheinbar 1 Grad, was einer wahren Länge von 8 Millionen Kilometer entspricht; die am 11. Mai auf dem Helwan-Observatorium gemessene Länge von 65 Grad würde einer wirklichen Erstreckung des Schweifes von nahezu 30 Millionen Kilometern entsprechen.

Das größte Interesse konzentrierte sich auf den Durchgang des Kometen zwischen Sonne und Erde; es kam darauf an festzustellen, ob sich in unserer Atmosphäre irgend welche Wirkungen des Durchgangs der Erde durch die Schweifmaterie zeigten, ferner, ob die außerhalb der Erdbahn sich bewegenden Schweifenden als Helligkeitsfleck am Himmel, als eine Art Gegenschein, sichtbar sein würden, und endlich, ob der Komet bei seinem Vorübergange an der Sonnenscheibe auf letzterer erscheinen würde. Auch nach etwa vom Kometen herrührenden Sternschnuppen sollte gefahndet werden. Diese Nachforschungen hatten nach allen bisher eingelaufenen Berichten keinerlei positives Ergebnis. Unter den beobachteten Sternschnuppen waren so wenige, die nach ihrer Flugrichtung einem dem Kometen zugehörigen Ausstrahlungspunkt am Himmel entstammen konnten, daß man auch dieses Zusammentreffen ruhig als ein scheinbares und zufälliges ansehen darf. Von dem vorüberziehenden Kometenkern zeigte sich auf der Sonne keine Spur, was bei der lockeren Zusammensetzung des Kerns



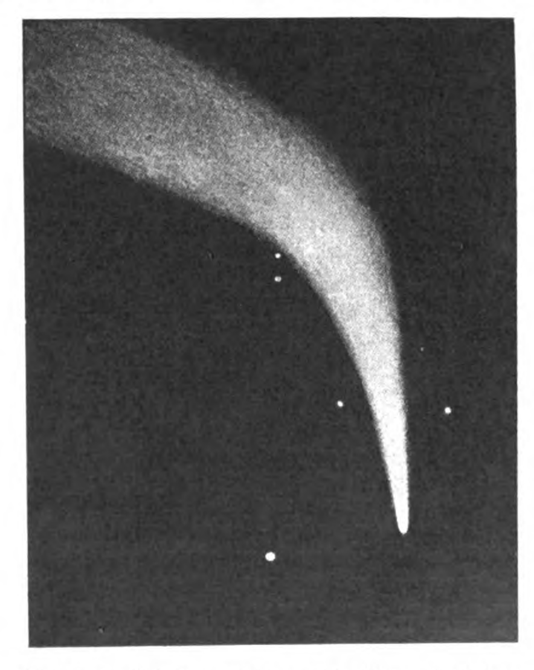
Der Halleysche Komet, am 11. Mai 1910 von 2 Uhr 58 Min. bis 3 Uhr 44 Min. nachm. in Madrid aufgenommen.

sehr erklärlich ist. Der Durchgang der Erde endlich durch den Kometenschweif am Frühmorgen des 19. Mai scheint sich ebenfalls in keiner Weise bemerkbar gemacht zu haben.

Lang genug war der Schweif allerdings, um einen solchen Durchgang zu ermöglichen, denn er erstreckte sich nach Prof. Barnards Feststellung*) am 18. Mai bis auf 107 Grad Entfernung vom Kopfe, was einer wirklichen Länge von mehr als 50 Millionen brit. Meilen bedeutet. Da sich aber die Krümmung des Schweifes zur Zeit des vermutlichen Durchganges nicht genau feststellen ließ, so bleibt die Tatsache selbst immerhin recht zweifelhaft. Gewiß gab es am 19. und 20. Mai allerlei Erscheinungen in der Atmosphäre, deren Ursache man in diesem Durchgang sehen konnte. Prof. M. Wolf**) sah von der Königstuhl-Sternwarte bei Heidelberg am Spätnachmittag des 19. den Bishopschen Ring um die Sonne und abends zeigte sich dieser Rang, auch anderwärts, z. B. in Berlin, sichtbar, in kräftiger Ausbildung um den Mond; ebenso wurde am Abend eine ungewöhnlich intensive Dämmerung mit drei aufeinander folgenden Purpurlichtern beobachtet. Diese optischen Vorgänge schreibt Prof. Wolf der Begegnung der Erde mit einzelnen der photographisch angedeuteten ausgedehnten Wolken des Schweifes zu. Aus dem äußeren Durchmesser des Mondhofes (36 Grad) würde die Größe der Schweifpartikel zu 0·0015 Millimeter folgen. Prof. Birkeland***) hat in Finmarken auf seiner Station einen gut ausgeprägten magnetischen Sturm am 19. Mai festgestellt und schreibt diesem elektrische Wirkungen zu, welche durch den Durchgang der Erde durch den geladenen Kometenstaub hervorgerufen wurden. Die „Nature" bemerkt jedoch, daß in Großbritannien in Hinsicht auf magnetische Störungen, Nordlichter und Meteore nichts verzeichnet wurde, was auf einen Einfluß des Kometen hindeutete.

Auch das Spektrum des Kometen wurde photographisch aufgenommen. Die Aufnahme des Madrider Observatoriums z. B. zeigt für Schweif und Kern zwei verschiedene Spektra, beide sind zusammenhängend mit je drei gegeneinander etwas verschobenen einfarbigen Banden. Diese Beobachtungen beweisen, daß das Licht des Halleyschen Kometen im wesentlichen von Kohlenstoffverbindungen, namentlich Zyanwasserstoff stammte, zur Zeit der Sonnennähe auch von Natriumdampf. Eine von Prof. Wolf am 13. Dezember 1909 gemachte Aufnahme zeigt, daß schon damals der noch 343 Millionen Kilometer von der Sonne entfernte Komet ein Gasspektrum ausgesandt hat.

Wilhelm von Humboldt schreibt in seinen Briefen an eine Freundin im Mai 1834: „Da ich von der Zeit rede, so fällt mir ein, daß wir, glaube ich, noch niemals in unserer Korrespondenz den Halleyschen Kometen berührt haben, der im Herbst des künftigen Jahres wiederkehren muß. Er ist einer der mit Sicherheit berechneten. Erscheinen wird er also ganz gewiß; ob aber mit gleich großem Schweif? ist eher eine Frage. Man will schon das letztemal bei seinem Erscheinen eine Verringerung der Länge des Schweifes gegen das vorletztemal bemerkt haben, und es erscheint sehr wohl möglich, daß diese wunderbaren Weltkörper während ihres Laufes Partikeln des lockersten Teiles der Materie verlieren. Denn ihr Körper ist von so loser Zusammenfügung, daß man mit stark vergrößernden Fernrohren nicht bloß durch den Schweif, sondern auch durch den Kopf oder Kern, wie man es nennen soll, hindurch gerade dahinter stehende Fixsterne deutlich und bestimmt erkennen kann. So nahe auch dies himmlische Ereignis zu sein scheint,



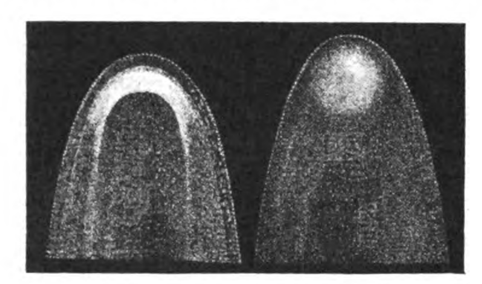
Komet 1910 a Ende Januar, der Stern in der Mitte unten ist Venus.

*) Nature, Nr. 2117.
**) Astron. Nachr., Bd. 184, S. 365.
***) Nature, Nr. 2117.



so kann sich doch jeder mit Recht fragen, ob er es erleben wird, und ob ich mich gleich nicht grämen würde, wenn es von mir ungesehen bliebe, so ist, wenn ich einmal lebe, meine Neugier doch sehr darauf gespannt. Die Himmelskörper, die uns nur in langen Zwischenräumen von Jahren und dann auf kurze Zeit erscheinen, geben einen noch sinnlicheren Begriff der wahren unbegreiflichen Größe des Weltganzen. Man fühlt noch anschaulicher, daß es Ursachen geben muß, von deren Natur wir nicht einmal eine Vorstellung haben, welche diese Körper zwingen, so ungeheuer sich entfernende Bahnen in solcher Schnelligkeit zu durchlaufen? Auf alle diese Fragen ist keine befriedigende Antwort zu geben, man kann sich aber die Ahnung nicht nehmen, daß der Zustand nach dem Tode darüber Aufschluß geben wird, und so knüpft sich das Interesse an die Lösung dieser Rätsel für uns an etwas Überirdisches an."

Gedanken, wie sie W. von Humboldt hier über die Unendlichkeit und Erhabenheit des Weltalls ausspricht, erwachen in noch weit stärkerem Maße beim Erscheinen eines Weltkörpers, der in Zeit und Ewigkeit für uns nur einmal auftaucht, um dann auf Nimmerwiedersehen zu entschwinden. Solch ein unerwarteter Gast — kaum gegrüßt, gemieden — stellte sich noch vor dem Sichtbarwerden des Halleyschen Kometen und anfänglich vielfach für diesen gehalten, in dem Kometen 1910 a ein.*) Er wurde am 16. Januar d. J. in Johannesburg in Südafrika entdeckt und stand kurze Zeit nachher auch bei uns als glänzendes Schaustück am Abendhimmel. Die scheinbare Bewegung des neuen Kometen vollzog sich so schnell, daß er bald vom Morgenhimmel nach der Ostseite der Sonne übergegangen und demgemäß nun nach Sonnenuntergang sichtbar war. Der Kern wurde ständig heller und der Schweif verlängerte sich zusehends; eine auf der Sternwarte Königstuhl-Heidelberg erhaltene photographische Aufnahme zeigt ihn am 31. Januar in 25 bis 30 Grad Länge, was einer wahren Länge von mehr als 120 Millionen Kilometern entspricht. Spektrographische Beobachtungen ergaben für den Kometen dieselben Bestandteile wie für den Halleyschen, zunächst Natrium, dann auch Kohlenwasserstoffe und Zyangase. Kopf und Kern zeigten schon im Verlaufe einer Woche große Veränderungen, die anscheinend nicht nur auf dem Anblick des Kometen unter verschiedenen Gesichtswinkeln, sondern auf wirklichen Veränderungen beruhten, die mit zunehmender Entfernung von der Sonne eintraten. Die extremsten Schätzungen gaben dem Schweife des 1910a eine Länge von 45 Grad (scheinbar) oder über 200 Millionen Kilometer. Noch am 7. Juli wurde er auf der Yerkes-Sternwarte am 40zölligen Refraktor beobachtet, sein Gesamtlicht kam dem eines Sternchens 16. Größe gleich. Bald wird er völlig und auf Nimmerwiedersehen verschwunden sein.



Januar 22. Januar 30.

Kopf des Kometen 1910 a.

Mitteilungen über weitere im Jahre 1910 zu erwartende Kometen macht Professor A. Berberich.*) In Sonnennähe gelangt in diesem Jahre eine größere Anzahl kurzperiodischer Kometen, von denen wohl auch mehrere zu beobachten sein werden. Zunächst stand für den Jahresanfang die Wiederkehr des Kometen 1896 V (Giacobini) bevor; die günstigste Zeit für seine Auffindung, Oktober und November 1909, ist jedoch fruchtlos verstrichen. Ebenfalls im Januar 1910 sollte das Perihel des Kometen 1895 II (Swift) fallen; jedoch ist wegen des ungünstigen Laufes dieses Kometen seine Auffindung von vornherein aussichtslos gewesen. Auch der Ende Februar seine Sonnennähe erreichende zweite Tempelsche Komet von nur 5·2 Jahren Umlaufszeit befindet sich bei der jetzigen Wiederkehr in ungünstiger Stellung.

Ziemlich sicher ist dagegen auf die Wiederauffindung des anfangs Oktober in sein Perihel kommenden Kometen 1890 VII (Spitaler) zu rechnen, vorausgesetzt, daß mit der durch die Störungen verursachten starken Zunahme der Periheldistanz keine zu große Abnahme der Lichtentwicklung verbunden ist. Die Auffindung wäre im September möglich, und ungefähr gleichzeitig dürfte der d'Arrestsche Komet sichtbar werden, dessen Periheldurchgang auf die Mitte des Oktobers fällt. Neuere Berechnungen haben allerdings ergeben, daß durch die Planetenstörungen die Bewegung dieses Kometen so erheblich beschleunigt worden ist, daß er schon am 16. September in sein Perihel kommt und seine Umlaufszeit von 6·69 Jahren in der vorigen Periode (beendet 1897) auf 6·54 Jahre verkürzt ist. Sein Lauf wird dem in den Erscheinungen von 1870 und 1890 ganz ähnlich sein, die Helligkeit müßte noch bedeutend größer erscheinen, wenn nicht die seit der Entdeckung (1851) festgestellte Abnahme der Lichtstärke noch weitere Fortschritte gemacht hat.**) Ferner wird im September oder Oktober wahrscheinlich der Komet 1889 V (Brooks) aufzufinden sein, wenn auch sein Perihel erst auf den Jahreswechsel 1910/11 fallen dürfte.

Der Direktor der Sternwarte Pulkowo, O. Backlund, macht Mitteilungen über die Bewegungsstörungen des Enckeschen Kometen seit 1895.***) Die Beschleunigung, die der Komet

*) Nature, Nr. 2099, 2100, 2101, 2102, 2103.

*) Naturwiss. Rundsch., 25. Jahrgang., Nr. 6, 15.

**) Der d'Arrestsche Komet ist inzwischen als Stern 14. Größe am 26. August im Sternbilde des Ophiuchus zwei Tage nach seiner Erdnähe in Algier wiederentdeckt worden, nur 1/3 Grad entfernt von dem durch Leveau vorausberechneten Orte.

***) Monthly Not. Royal Astr. Soc. (London), vol 70, S. 429.



von Umlauf zu Umlauf erfährt, ist jetzt nur noch etwa ein Zehntel ihres Betrages von 1786 bis 1858. Prof. Backlund wirft die Frage auf, ob der Enckesche Komet in Beziehung zu dem von M. Wolf entdeckten Kometen 1908 a stehen, früher in ähnlicher Bahn wie dieser gelaufen und aus ihr durch starke Jupiterstörungen herausgerissen sein könne. Die Bahnebenen der beiden Kometen stimmen überein, Komet 1908 a hat aber sein Perihel ungefähr da, wo das Aphel (sonnenfernster Punkt) des Enckeschen Kometen liegt. In ungefähr gleicher Richtung befindet sich das Jupiterperihel. Lag nun in vergangener Zeit die Bahn des Enckeschen Kometen so, daß er in seinem Perihel dem ebenfalls in Sonnennähe befindlichen Jupiter sehr nahe kam, so mußte er nach Prof. Backlunds Rechnung eine neue Bahn von nur vier Jahren Umlaufszeit erhalten, und sein Perihel mußte zum Aphel werden. Wenn ferner die Beschleunigung, wie sie am Enckeschen Kometen im vorigen Jahrhundert festgestellt wurde, damals sogleich in Wirkung trat, mußte die Apheldistanz sich rasch so verkürzen, daß der Komet überhaupt aus der gefährlichen Nähe des Planeten entfernt und eine die Bahn gefährdende Jupiterstörung ferner unmöglich wurde. Zur Verminderung der Umlaufszeit von 4 auf 3·3 Jahre, ihren jetzigen Betrag, durch eine Beschleunigung der mittleren täglichen Bewegung um 0·1″ pro Umlauf waren etwa 54 Jahrhunderte nötig. Um das Kometenaphel aus der Richtung zum Jupiter in seine jetzige Lage zu verschieben, brauchten die normalen Störungen 57 Jahrhunderte. Mit Rücksicht auf die Übereinstimmung dieser Zahlen scheint die Annahme, daß der „Encke" sich vor einigen Jahrtausenden von demselben Kometen wie Wolf (1908 a) getrennt habe, nicht unzulässig. (Über Kometen des J. 1911 s. Anhang.)

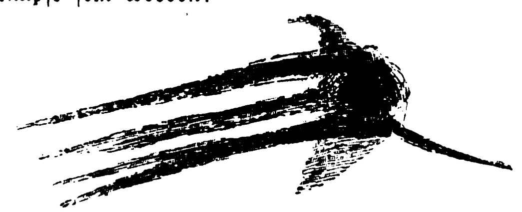
Sobald man daran ging, Theorien für die Entstehung unseres Sonnensystems aufzustellen, mußten auch die Kometen in diese Erklärung mit einbezogen werden. Dr. Nölke zählt als wichtigste dieser Erklärungen folgende auf:

I. Die Kometen gehören unserem Sonnensystem als echte Mitglieder an. Sie sind dann entweder ebenso alt wie die Planeten und in ähnlicher Weise wie diese aus dem Urnebel entstanden, wie Kant annimmt, oder sie sind, was die beobachtete Unbeständigkeit einiger Kometen anzudeuten scheint, jüngeren Ursprungs. Sie könnten dann Eruptionsprodukte der Sonne oder der Planeten sein, oder sie setzen sich aus den die Sonne umkreisenden Meteorschwärmen zusammen und lösen sich wieder in solche Schwärme auf.

II. Die Kometen sind unserem Sonnensystem fremde Weltkörper. Sie dringen aus dem Weltraume in dasselbe ein und verlassen es nach dem Umlauf um die Sonne wieder. Die periodischen Kometen sind durch die störenden Einwirkungen der Planeten in unserem Sonnensystem festgehalten worden. Diese Ansicht vertreten u. a. Laplace und Schiaparelli.

Dr. Nölke widerlegt diese Annahmen, worauf wir hier nicht näher eingehen können, und stellt eine gänzlich neue Theorie der Kometenentstehung hin, auf die ihn das Durchdenken des Problems, wie unser Planetensystem sich entwickelt habe, geführt hat. Diese Theorie beruht auf denselben Grundlagen wie seine im vorigen Jahrbuch (VIII, S. 77) dargelegte Theorie der Entstehung der irdischen Eiszeiten.*)

Nach spektralanalytischen Untersuchungen Keelers schreiten auch die Nebel im Weltraume mit verschiedenen Geschwindigkeiten fort. Da viele Nebel eine ungeheure Ausdehnung besitzen, so ist die Möglichkeit vorhanden, daß ein Stern in eine Nebelmasse eindringt. Wegen der ungemeinen Feinheit der Nebelmassen wird ein solches Ereignis den Bestand des Sternes nicht gefährden; schon der Umstand, daß ein Stern offenbar ziemlich beträchtliche Zeitperioden braucht, um einen Nebel zu durchschreiten, daß aber die angeblich durch ein solches Eindringen in Nebelmassen wieder zum Aufglühen gebrachten neuen Sterne (Novä) immer nur verhältnismäßig kurze Zeit leuchten, spricht gegen die durch die Weltnebel verursachten Sternkatastrophen. Deshalb braucht aber noch nicht angenommen zu werden, daß das Eindringen ganz ohne Wirkungen verlaufe. Dr. Nölke meint, daß zwei Begleiterscheinungen mit diesem Eindringen verknüpft sein werden:



Der Halleysche Komet, von Prof. Dr. Miethe-Charlottenburg nach einer Aufnahme vom 7. Mai 1910 gezeichnet.

1. Der Stern zieht die im Nebel zerstreut vorhandenen Verdichtungen von Nebelmaterie an sich heran und zwingt diese Kondensationen, ihm als Kometen zu folgen;

2. Die den Stern umgebenden Nebelmassen schränken seine Licht- und Wärmestrahlung ein und rufen dadurch auf den zu ihm gehörenden Planeten eine Temperaturerniedrigung hervor.

Für unser Sonnensystem schreibt Dr. Nölke den Ursprung der Kometen und die Entstehung der irdischen Eiszeiten einem Hindurchgehen der Sonne durch kosmische Nebelmassen zu und weist nach, daß diese Annahme nicht der tatsächlichen Anhaltspunkte entbehrt.

Da seit der diluvialen Eiszeit erst eine verhältnismäßig kurze Zeit verflossen ist, so muß der von der Sonne durchschrittene Nebel uns noch ziemlich nahe, und zwar in der Umgebung des Antiapex der Sonnenbewegung liegen. Der Punkt, auf den die Sonne zuschreitet, der Apex der Sonnenbewegung, liegt zwischen 260° und 290° R und zwischen —1° und 45° D. Das dieser Fläche im Rücken der Sonne entsprechende Gebiet schließt außer vielen kleineren und größeren Nebeln auch den großen Orionnebel ein, der nach neueren Beobachtungen einen Raum von mehr als 30 Quadratgraden einnimmt. Die Annahme,

*) Abhandlungen, herausg. vom Naturw. Verein Bremen, Bd. XX, Heft 1.



daß unser Sonnensystem diesen Nebel (s. Abb. Jahrb. VIII, S. 78) durchquert habe, bietet sich hienach fast von selbst dar; sie gewinnt noch bedeutend an Wahrscheinlichkeit dadurch, daß sich der Orionnebel nach den Angaben *Keelers* von der Sonne entfernt, und zwar mit ungefähr 18 Kilometer Geschwindigkeit in der Sekunde. Der seit der letzten Eiszeit verflossene Zeitraum wird auf 20.000 bis 50.000 Jahre geschätzt. Danach würde der Nebel von der Sonne nur 80.000 bis 200.000 Erdweiten entfernt sein, eine Entfernung, die einer Parallaxe des Nebels von ungefähr $2^1/_2$" bis 1" entsprechen würde. Es läßt sich jedoch nachweisen, daß der Nebel weiter von uns entfernt ist und die angegebenen Parallaxenwerte Maximalwerte sind. Wenn der in die Richtung der Sonnenbewegung fallende Durchmesser des Nebels ungefähr seiner Breitenerstreckung gleicht, so berechnet sich die Dicke des Nebels an der durchschrittenen Stelle zu 8000 bis 21.000 Erdweiten*) und die Dauer des Aufenthaltes der Sonne im Nebel bei der angegebenen relativen Geschwindigkeit der beiden Körper zu 2000 bis 5000 Jahren. Für die Eiszeit wird aber im allgemeinen eine größere Zeitdauer angenommen, 50.000 bis 100.000 Jahre einschließlich der Zwischeneiszeiten. Nun erklärt Dr. *Nölke* zwar die Interglazialzeiten dadurch, daß die Sonne nacheinander in mehrere ziemlich weit voneinander entfernte, hinter dem Orionnebel liegende und mit ihm vielleicht nur lose verbundene Nebelmassen eintrat; aber wenn wir auch nur die auf das *letzte* Interglazial folgende Eiszeitperiode auf ein Hindurchgehen des Sonnensystems durch den eigentlichen Orionnebel zurückführen wollten, ergäbe sich doch noch für diesen letzten Abschnitt der Eiszeit eine wahrscheinlich zu geringe Dauer. Mithin ist wohl anzunehmen, daß der für die Entfernung des Nebels angegebene Wert zu klein angenommen ist. Sicherlich ist er aber auch nicht *sehr* weit von uns entfernt, das geht aus seiner bedeutenden scheinbaren Größe hervor, ferner daraus, daß er unter allen sichtbaren Nebeln die glänzendste Erscheinung ist, und daß zu unserem Sonnensternhaufen gehörende Sterne hinter ihm stehen müssen, da ihr uns zugestrahltes Licht durch die Nebelmaterie teilweise absobiert zu werden scheint.

Dr. *Nölke* nimmt nun an, daß die Nebelmasse nicht überall gleichmäßig war, sondern hie und da *kleine Verdichtungen* aufwies, Keime sekundärer Anziehungszentren. Diese ungeborenen oder *Urkometen*, wie wir sie nennen könnten, wurden beim Durchgang der Sonne durch den Nebel gezwungen, sich ersterer in hyperbolischen Bahnen zu nähern, und nicht nur sie, sondern auch die feine Nebelmaterie wurde von der Sonne angezogen.

Dr. *Nölke* geht diesen Bewegungen und ihren Wirkungen mittels exakter Berechnungen, die sich der Wiedergabe hier entziehen, nach; die Ergebnisse, zu denen er gelangt, sind, soweit allgemeinverständlich, folgende:

Durch den Widerstand der Schweifmaterie und der feinen Nebelmaterie können die hyperbolischen Bahnen solcher Urkometen, deren Exzentrizität (Abweichung von der Kreisbahn) ursprünglich kleiner, gleich oder wenig größer als die Wurzel von 2 ist, in elliptische verwandelt werden. Infolge Störungen der elliptischen Bahn verkleinert sich die große Achse; ein Komet, der einmal in elliptischer Bahn zur Sonne zurückgekehrt ist, bleibt ihr also immer erhalten. Die Exzentrizitäten nehmen ab und zu. Erreichen sie im Falle der Zunahme den Wert 1, so kehrt der Komet seine Revolutionsrichtung um.

Verzeichnet man die Perihelörter der etwa 350 bekannten Kometen auf einer nördlichen und einer südlichen Himmelshalbkugel, so sieht man, daß die Verteilung keine gleiche ist. Auf der Nordseite der Ekliptik liegen mehr Perihelien als auf der Südseite, ferner weisen beide Halbkugeln Häufungsstellen und wieder andere Gebiete auf, die fast völlig von Perihelien, Punkten der größten Annäherung der Kometen an die Sonne, entblößt sind.

Nach *Nölkes* Untersuchungen über die Verteilung der Perihelörter lagen die Perihelien sämtlicher Kometen zur Zeit, da ihre Bahn sich in eine Ellipse umwandelte, innerhalb oder beinahe innerhalb der im Rücken der Sonne liegenden Himmelshalbkugel. Bei allen Kometen, die sich jetzt in fast parabolischen Bahnen bewegen, konnten sich diese Verhältnisse später nicht mehr wesentlich ändern, da andernfalls auch die Exzentrizitäten noch größere Änderungen erlitten hätten. Es war also nur infolge einer *Verschiebung der Fortschreitungsrichtung der Sonne im Nebel* möglich, daß Perihelien, die ursprünglich im Rücken der Sonne lagen, mehr nach vorn rückten. Und wenn diese Verschiebungen der relativen Bewegungsrichtung von Sonne und Nebel nicht ganz beträchtlich waren, mußte die Umgebung des Apex der Sonnenbewegung verhältnismäßig arm an Perihelien bleiben. In der Tat weist die südliche Halbkugel, abgesehen von zwei kleinen Häufungsstellen, nur wenige Perihelien auf, während die nördliche im Gegensatz dazu reich an Perihelörtern ist, und zwar liegen sie hier dichter zusammen als irgendwo sonst.

Diese Anhäufungen sind anscheinend nicht allein durch die Drehung der Apsiden- und der Knotenlinien und durch Neigungsänderungen hervorgerufen. Kometen konnten auch noch auf andere Weise in dem Anziehungsbereich der Sonne festgehalten werden, und Dr. *Nölke* führt drei Fälle an, in denen die Perihelien der entstehenden Kometenbahnen *vor* der Sonne, und zwar ziemlich *dicht beieinander* liegen mußten.

Auch bei der *Verteilung der Pole*, die von den Kometen im Sinne des Uhrzeigers umkreist werden, scheint ein Gesetz vorzuliegen; die Pole häufen sich ebenso wie die Perihelörter an gewissen Stellen, während andere frei von ihnen sind. Die Pole scheinen, wofür noch jetzt schwache Andeutungen vorhanden sind, ursprünglich eine Kreislage eingenommen zu haben.

Die *Exzentrizitäten der Kometen* zeigen unter sämtlichen Bahnelementen die geringste Mannigfaltigkeit, bei der überwiegenden Mehrzahl der Kometen lehnt sich die Bahnform ziemlich eng

*) Eine Erdweite, die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne, = 149,5 Millionen Kilometer.



an die Parabel an. Dr. Nölke erklärt diese Gleichartigkeit folgendermaßen:

Die aus den Hyperbeln hervorgehenden elliptischen Kometenbahnen zeigten ursprünglich hinsichtlich der Exzentrizität eine ähnliche Mannigfaltigkeit wie in den übrigen Bahnelementen. Die Kometen mit kleinen Exzentrizitäten waren aber bei ihrer häufigen Wiederkehr zur Sonne den zerstörenden Wirkungen der von der Sonne ausgehenden Kräfte mehr ausgesetzt als die Kometen mit großer Exzentrizität und entsprechend langer Umlaufszeit. Bei ihnen trat also ein schneller Verfall und endlich die völlige Auflösung ein. Daß die kurzperiodischen Kometen sehr unbeständig sind, haben die astronomischen Beobachtungen schon mehrfach erwiesen. Der Bielasche Komet hat sich geteilt und ist einige Zeit nachher verschwunden; auch bei anderen hat man Teilungen beobachtet oder sie trotz ihrer unzweifelhaft nachgewiesenen Periodizität nicht wieder auffinden können. Daß schon viele Kometen mit kleineren Exzentrizitäten der Auflösung verfallen sind, beweisen auch die Sternschnuppenschwärme, die in großer Anzahl um die Sonne kreisen müssen, da schon die Erde allein auf ihrer jährlichen Bahn mehrere von ihnen durcheilt, während von den fast 400 berechneten Kometenbahnen kaum eine die Erdbahn durchschneidet. Daß die Sternschnuppenschwärme aus kurzperiodischen Kometen entstanden sind, geht daraus hervor, daß das Phänomen eines Sternschnuppenfalles sich jährlich wiederholt; was nur unter der Voraussetzung denkbar ist, daß die Masse des Kometen sich innerhalb einer verhältnismäßig kurzen Bahn längs dieser verstreut habe.

Dr. Nölke behauptet also, daß die meisten Kometenbahnen nur deswegen der Parabelform ziemlich nahe kommen, weil die Kometen mit ungefähr parabolischen Bahnen infolge ihrer seltenen Wiederkehr zur Sonne den zerstörenden Wirkungen der Sonnenkräfte weniger ausgesetzt waren, als die kurzperiodischen Kometen, und daß die ursprünglich vorhandenen zahlreichen Kometen mit kleinen Exzentrizitäten sich längst in Sternschnuppenschwärme aufgelöst haben. Die wenigen noch vorhandenen Kometen mit kurzer Umlaufszeit haben wahrscheinlich nicht schon in der Nebelmaterie ihre kleine Exzentrizität angenommen, sondern sind erst durch die Anziehung eines Planeten, dem sie nahekamen, in ihre kurzelliptische Bahn gedrängt worden.

Unter den mehr als hundert Kometen, deren Bahnexzentrizität bestimmt werden konnte und sich kleiner als 1 ergab, sind noch nicht zehn vorhanden, deren Umlaufszeit größer als 50.000 Jahre wäre, und kaum einer, dessen Umlaufszeit den Wert von 100.000 Jahren überstiege. Wenn angenommen werden darf, daß die übrigen Kometen mit bisher nicht bestimmter Exzentrizität durchschnittlich dieselbe Bahnexzentrizität besitzen, wie die als langperiodisch erkannten, so würde daraus folgen, daß eine Reihe von Kometen, die schon bald nach dem Eintritt der Sonne in den Nebel (vor vielleicht 50.000 bis 100.000 Jahren) durch ihr Perihel gingen, erst jetzt ihren ersten Umlauf vollendet haben, vorausgesetzt nämlich, daß seit dem Austritt der Sonne aus dem Nebel noch nicht mehr als ungefähr 20.000 Jahre verflossen wären, was wahrscheinlich zu wenig ist.

Daß die Kometen einem Ereignisse, das erst verhältnismäßig kurze Zeit zurückliegt, ihr Dasein verdanken, könnte aus der beobachteten Unbeständigkeit einiger derselben, ferner auch daraus geschlossen werden, daß die großen unter ihnen seltener zu werden scheinen. Dies erklärt sich vielleicht daraus, daß die Kometen während der historischen Zeit schon beträchtlich von ihrem Glanze eingebüßt haben; denn wenn ihr ganzes Alter einige 10.000 Jahre beträgt, so können sie innerhalb einiger 1000 Jahre schon in bemerkbarer Weise gealtert sein.

Auf das Hindurchgehen unseres Sonnensystems durch einen Nebel sind außer den Phänomenen der Eiszeit und der Erwerbung der Kometen vielleicht noch einige andere Erscheinungen zurückzuführen, z. B. die Annäherung der Saturnringe an ihren Planeten, infolge deren die innersten Teile der Ringe ihren Umlauf gegenwärtig in der Hälfte der Zeit ausführen, die der Planet zur Rotation braucht, ferner die Entstehung des Zodiakallichtes. Eine andere Hypothese über die Entstehung des letzteren wird weiter unten Platz finden.

Aus der Planetenwelt.

Svante Arrhenius, der berühmte Verfasser der beiden Schriften über „Das Werden der Welten", hat neuerdings eine Untersuchung über „Die Atmosphäre der Planeten" angestellt, deren Ergebnisse nicht nur theoretisch interessant, sondern auch von praktischer Bedeutung sind.*)

Von einer wirklichen Atmosphäre kann man nur da reden, wo über einem festen oder flüssigen Kerne die Dichte der Gase in verschiedenen Tiefen an der unteren Begrenzung der Atmosphäre sich sprungweise ändert. Die gasförmigen Himmelskörper, also Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun sowie die Sonne, haben allerdings auch eine Art Atmosphäre; infolge der Schwere nimmt die Dichte der Gase von den äußersten Schichten sehr schnell nach innen zu, bis sie so groß geworden ist, daß die Zusammenpreßbarkeit äußerst gering wird, worauf die Dichte nur noch sehr allmählich zunimmt und das Gas sich fast wie ein fester Körper verhält. Darum bleiben Flecke auf der Sonne bisweilen länger als ein Jahr bestehen, und der rote Fleck auf dem Jupiter hat sich seit 1878 erhalten.

Nur diejenigen Planeten, welche eine wirkliche Atmosphäre besitzen, können lebendige Wesen beherbergen. Gerade aus diesem Grunde ist die Atmosphäre der Planeten von ganz außerordentlichem Interesse. Es handelt sich um das Problem, um welches die edelsten Persönlichkeiten der Menschheit seit dem grauen Altertum ihre schönsten Träume gesponnen haben und dessen Auslegung in freimütigem Sinne Giordano Bruno auf den Scheiterhaufen brachte.

*) Annalen der Naturphilosophie, 9. Bd. (1910), 1. Heft.



Haben also die Planeten ohne feste Kruste oder flüssige Oberflächenschicht keine Atmosphäre, so ist die Anzahl der einen Luftkreis besitzenden Planeten stark beschränkt, in unserem Sonnensystem wären es nur die vier inneren, Merkur, Venus, Erde und Mars. Aber auch von ihnen verhält sich Merkur wahrscheinlich wie der Mond, dessen geringe Fähigkeit, Licht zu reflektieren, er teilt. Vom Mond wissen wir, daß er jetzt keine Atmosphäre besitzt, und mit dem Merkur verhält es sich wahrscheinlich ebenso. Dagegen scheint die Atmosphäre der Venus derjenigen der Erde sehr ähnlich zu sein. Die Luftmasse des Mars ist, seiner geringen Albedo entsprechend, sehr dünn. Lowell nimmt an, daß er nur 22 Prozent so viel Luft über jedem Quadratmeter besitzt, wie die Erde.

Dem Monde, den kleinen Planeten und ohne Zweifel auch dem Merkur fehlt infolge ihrer geringen Masse die Fähigkeit, die Wasserstoffmolekeln wegen ihrer lebhaften Bewegungen an sich zu fesseln, und dasselbe gilt auch für andere Gase, die nicht allzu schwer sind, beispielsweise für die gewöhnlichen Gase der Luft. Es kommt beim Merkur noch ein anderer Umstand hinzu. Man hat gute Gründe, anzunehmen, daß er der Sonne immer dieselbe Seite zukehrt. Demzufolge besitzt die dunkle Seite dieses Planeten, welche gegen den Himmelsraum strahlt, dieselbe Temperatur wie dieser, etwa 50° über dem absoluten Nullpunkt. Alle Gase, ausgenommen Helium und Wasserstoff, müssen sich dahin kondensieren und zu gewaltigen Eismassen gefrieren. Helium und Wasserstoff aber sind gerade so leicht, daß sie nach Stoneys Hypothese längst verschwunden sein müßten. Folglich kann es keine Gase auf dem Merkur geben, auch keine schweren. Ähnliches gilt für den Mond, der eine so lange Nacht (1/2 Monat) hat, daß der kälteste Punkt der Nachtseite wohl Zeit hat, seine Temperatur der des Himmelsraumes stark anzunähern. Man könnte danach erwarten, daß gerade beim Hineintreten eines Punktes der Mondoberfläche in das Sonnenlicht Spuren von kondensierten Dämpfen in Form von Reif sichtbar würden. Solche Beobachtungen werden wohl bisweilen gemeldet, sind aber sehr zweifelhaft. Jedenfalls kommt keine merkliche Menge von Dämpfen mehr vor.

Kehrte auch die Venus, wie noch häufig angenommen wird, der Sonne immer dieselbe Seite zu, so müßten die Verhältnisse hier ähnlich wie auf dem Merkur liegen, d. h. es könnte keine merkliche Atmosphäre bestehen. Dagegen ist man allgemein einig darüber, daß Venus eine dichte Atmosphäre besitzt; schon deshalb muß sie eine Achsendrehung von kurzer Dauer (etwa 24 Stunden) haben.

Vom Mars wissen wir durch direkte Beobachtung, daß er Reif oder Schnee an den Polen hat, was nur mit dem Vorhandensein einer Atmosphäre vereinbar ist. Außerdem hat man Wolken und Nebel in der Marsatmosphäre und Sandstürme (?) auf dem Mars mit Sicherheit beobachtet.

Über die chemische Zusammensetzung der Atmosphären unserer beiden Nachbarplaneten wissen wir aus direkten Beobachtungen sehr wenig. Entgegen früheren Beobachtungen haben die letzten Bestimmungen von Campbell (1909) über das Marsspektrum das Dasein von Wasserdampf auf dem Mars nicht bestätigt, und dies Ergebnis läßt auch die älteren Messungen am Venusspektrum, aus denen die Anwesenheit von Wasserdampf gefolgert wurde, nicht als durchaus zuverlässig erscheinen. Wenn Arrhenius meint, wir könnten aus der Verdichtung an den Polen zu Schnee oder Reif trotzdem folgern, daß etwas Wasserdampf in der Marsluft vorkommt, so ist dieser Schluß nicht zuverlässig, da man diese Niederschläge auch als verdichtete Kohlensäure gedeutet hat. Die Atmosphäre der Venus, die derjenigen der Erde viel ähnlicher erscheint, mag wohl Wasserdampf besitzen, und zwar, wie Arrhenius annimmt, wegen der hohen Temperatur in viel größerer Menge als die Marsatmosphäre. Nach Sliphers noch recht unsicheren Beobachtungen, soll auch Sauerstoff auf dem Mars vorkommen. Arrhenius hält diesen Schluß für höchst wahrscheinlich richtig, und zwar deshalb, weil vermutlich die Atmosphären der Nachbarplaneten nahezu ebenso konstituiert sind wie die der Erde.

Er versucht dies aus der Entwicklungsgeschichte der Erdatmosphäre nachzuweisen. Anfänglich hat diese vermutlich keinen Sauerstoff enthalten. Die Gasmassen unserer Atmosphäre sind anfänglich aus dem Nebelball, der die Sonne umgab, ausgeschieden worden; dieser Gasnebel hat ohne Zweifel dieselbe Zusammensetzung gehabt wie die äußeren Schichten der Sonne: viel Wasserstoff, etwas Helium, Stickstoff, Kohlenwasserstoff, Kohlenoxyd und Sauerstoff. Bei der Abkühlung hat sich der Sauerstoff mit Wasserstoff oder Kohlenoxyd verbunden, und wegen des großen Überschusses an Wasserstoff ist von ihm viel übrig geblieben, nachdem der Sauerstoff verschwunden war.

Wenn wir jetzt trotzdem viel Sauerstoff in unserer Lufthülle finden, so ist das wohl der Wirkung der Pflanzen zuzuschreiben. Es mag auch schon vorher durch die bloße Einwirkung des Sonnenlichtes Sauerstoff aus Kohlensäure entstanden sein. Später, als schon etwas freier Sauerstoff in der Luft vorhanden war, haben wohl die Pflanzen den größten Teil des Sauerstoffes abgeschieden. Dies aber konnte wohl nicht geschehen, bevor sich eine feste Erdkruste gebildet hatte. Vorher konnte nämlich der etwa ausgeschiedene Sauerstoff in das reduzierende Erdinnere eintreten und wieder verzehrt werden.

Arrhenius kommt angesichts der Tatsachen, die uns über die Abkühlung und Entgasung des Erdinnern bekannt sind, zu dem Schlusse, daß die Kohlensäuremenge der Luft bei der Erstarkung der Erdkruste allmählich abnehmen muß, oder mit anderen Worten: die vulkanischen Erscheinungen, welche Kohlensäure emporbefördern, werden durch die „Verpanzerung" der Erde allmählich zu Ende laufen. Dadurch wird die Temperatur sinken und die Menge des Wasserdampfes in der Luft abnehmen. Dagegen wird der Verbrauch des Wassers, d. h. die Austrocknung des Weltmeeres infolge der Verwitterung, außerordentlich viel langsamer erfolgen.



Wenn aber auch die Austrocknung nur äußerst langsam erfolgt und vermutlich erst in Millionen Jahren deutlich merkbar fortschreiten wird, so muß sie doch einmal zum Versiegen des Weltmeeres führen. Dann werden die Verhältnisse auf der Erde ungefähr so sein wie jetzt die des Mars. Große Wüsten werden den Hauptteil der Planetenoberfläche ausfüllen, die Berge werden abgeschliffen sein, so daß nur allmähliche Steigungen oder Senkungen zu den höchsten oder niedrigsten Punkten des Festlandes führen. Das ganze ist dann ein Wüstenmeer wie die Sahara. Die Spalten in der Kruste sind zu flachen Vertiefungen versandet, in denen lange Reihen leicht austrocknender seichter Salzseen liegen: was den „Kanälen" auf dem Mars entspricht. Die winzigen Wassermassen auf dem Festland destillieren zu dem Pol hinüber, der in Winternacht liegt, und bedecken ihn mit einer dünnen Haut von Reif oder Schnee. Beim Hinüberziehen der Wasserdämpfe über die ausgetrockneten Salzseen ziehen die Salze, weil hygroskopisch, Wasser an, werden feucht und heben sich dunkel vom Wüstensande ab.

Auch die anderen Luftgase des Erdplaneten werden allmählich verschwinden. Der Sauerstoff wird bei der Verwitterung verbraucht, besonders zur Oxydation von Eisenoxydulverbindungen. Vom Himmel herunter stürzen Meteoriten, die eine reduzierende Natur besitzen und oxydiert werden. Sie bedecken die Oberfläche des sterbenden Planeten mit einer ockerfarbenen Schicht von Eisenoxyd, wie wir es jetzt auf dem Mars beobachten können. Der Stickstoff wird durch elektrische Entladungen, die von dem Hineinfallen elektrisch geladenen Sonnenstaubes herrühren, zu Nitraten oxydiert, die, wie jetzt schon die Nitrate in den Wüsten Chiles, im Erdreich aufgespeichert bleiben.

Kurz, die Atmosphäre wie die Wasserhülle unseres Planeten schwindet langsam hin und wir erhalten Verhältnisse, wie sie jetzt auf dem Mars herrschen. Blicken wir noch weiter in derselben Richtung, so kommen wir zuletzt zu Verhältnissen, die denen des Mondes entsprechen; auch dieser besaß anfänglich, als er von der Erde abgelöst wurde, ohne Zweifel eine dichte Gashülle.

So hat also die Erdatmosphäre ganz gewaltige Änderungen durchlaufen und durchläuft solche noch. Wegen der Ähnlichkeit in der chemischen Zusammensetzung anderer mit fester Kruste versehener Planeten ist natürlich anzunehmen, daß ihre äußeren Schichten in geschmolzenem Zustand aus einem Magma bestanden, das dem Silikatmagma der Erde entsprach. Bei der Abkühlung des Magmas entstand eine feste Oberfläche, und erst dann ging die Entwicklung der Atmosphäre für sich und des Planeteninnern für sich von statten. Aus dem Innern des Planeten traten Gase, hauptsächlich Wasserdampf und Kohlensäure, heraus und stiegen zu den höchsten Schichten der Atmosphäre. Durch die hier erfolgenden photochemischen und darauf eintretenden gewöhnlichen Reaktionen entstanden, wie jetzt noch durch Vermittlung des katalytisch wirkenden Chlorophylls, Sauerstoff und Kohlenstoff. Die stark reduzierenden Gase der ursprünglichen Atmosphäre, wie Wasserstoff, Kohlenwasserstoff u. s. w., die in den äußeren Schichten der Himmelskörper vorwiegen, wurden durch den Sauerstoff allmählich verbrannt, so daß am Ende neben Sauerstoff nur chemisch träge Gase, wie Stickstoff, als Hauptbestandteile der Atmosphäre übrig blieben. Durch Risse in der Planetenkruste wurden die zwei Gase, welche außer dem Sauerstoff das Leben bedingen, nämlich Wasserdampf und Kohlensäure, in den Luftkreis geführt. Ohne Zweifel entwickelte sich das Leben unter diesen Umständen auf der Planetenoberfläche. In diesem Zustand befinden sich jetzt die Erde und vermutlich die Venus, wo die Entwicklung jedoch infolge der höheren Temperatur (im Mittel etwa 65° C) nicht so weit vorgeschritten ist wie auf der Erde.

Allmählich nimmt die Stärke der Kruste zu. Der Wasserdampf kondensiert sich zum Weltmeere, die Kohlensäure — und auch teilweise das Wasser — geht in den Verwitterungsprozeß ein und wird von Schalentieren als Kalziumkarbonat (Kreide) abgesetzt. Zugleich schwemmt das Wasser Sand und Ton zum Meere hinunter, so daß starke Schichten von sedimentären Gesteinen entstehen. Allmählich wird der Vulkanismus herabgesetzt. Infolgedessen vermindert sich der Zugang von Wasser und Kohlensäure, und ihre Mengen in der Atmosphäre nehmen infolge der fortschreitenden Verwitterung ab. Die Oberfläche des Planeten verwandelt sich in eine Wüste, ein Zustand, der beim Mars eingetreten ist. Der Pflanzenwuchs nimmt ab. Kein Sauerstoff wird mehr produziert. Der vorhandene verbindet sich teilweise mit dem Stickstoff zu Nitraten, teilweise oxydiert er Eisenverbindungen und wird so allmählich verbraucht, gleich dem Stickstoff. Infolge des Wassermangels hört der Kreislauf größtenteils auf. Die Atmosphäre wird immer dünner, die Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht, Sommer und Winter werden größer. Die letzten Gase verschwinden zufolge der Molekularbewegung. In diesem Zustand befindet sich der Mond, wahrscheinlich auch Merkur und die kleinen Planeten. Der Himmelskörper ist von jetzt ab tot und unveränderlich.

In einer zu Stockholm in der physikalischen Gesellschaft gehaltenen Rede hat Prof. Arrhenius eine ganz neue Theorie über die Marskanäle aufgestellt (März 1910). Nach ihm enthält die Oberfläche des Planeten viele, nach und nach entstandene, zum Teil parallel laufende Risse und Klüfte, zu deren Bildung u. a. auch die wachsende Stärke der festen Kruste des Mars beigetragen hat. Da nun auf dem Mars häufig sehr heftige und lange anhaltende Stürme und Orkane herrschen, so ist wahrscheinlich im Laufe der Zeiten in diese Risse eine große Menge Sand hineingeweht. Dieser Sand nun besteht hauptsächlich aus Salzen und wechselt seine Farben, wenn er feucht wird. Das ist bei der sogenannten Schneeschmelze der Fall, die allerdings nach Arrhenius' Ansicht keine wirkliche Schmelze, sondern nur eine Art Verdunstung ist. Wenn dieses Abdunsten stattfindet, werden die großen Sandmassen in den Rissen und Klüften feucht und nehmen damit eine dunklere Färbung an. Beim Austrocknen erhalten die Sandmengen in den



„Kanälen“ ihre ursprüngliche hellere Färbung wieder. Die Marsseen sind nach der Ansicht von Arrhenius sehr salzhaltig, aber nicht sonderlich tief. Der schwedische Forscher schließt sich also der Ansicht derjenigen Forscher an, die das regelmäßige Aussehen der „Marskanäle“ für Illusion ansehen. Ebenso stellt er es in Abrede, daß auf dem Mars irgend welche lebenden Organismen oder gar denkenden Wesen sich befinden. Nach genauen Berechnungen über die vermutlich auf dem Mars herrschende Temperatur könne nicht einmal von einer Pflanzenvegetation auf diesem Planeten die Rede sein.

Dem entgegen scheint Prof. Lowell nach einer Neujahr 1910 vor der amerikanischen Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaft gehaltenen Rede an der alten Ansicht über die Marskanäle festzuhalten. Er glaubt mit Gewißheit die Entstehung einiger der „neuen“ Marskanäle während der letzten 15 Jahre behaupten zu können, da im Jahre 1894 die betreffenden Objekte sicher noch nicht existiert hätten. Die Marsbewohner hätten demnach in wenigen Jahren Riesenwerke geschaffen, gegen welche ein Suez- oder ein Panamakanal Kinderspiel wäre. Sowohl durch Zeichnung wie durch Photographie wurde die Existenz dieser Kanäle festgestellt, ebenso ihre Veränderungen je nach der Jahreszeit auf dem Mars. „Da hätten wir also“, ruft Lowell triumphierend aus, „einen Kanal bezeugt, der durch das gegenwärtig auf der Marsoberfläche existierende Leben ins Dasein gerufen wurde.“ Und doch paßten diese Kanäle nebst mehreren Nebenlinien in das allgemeine Kanalsystem hinein, als ob sie immer dazu gehört hätten.*)

Zu den Kanälen gehört offenbar Wasser, wenn die Bezeichnung nicht nur ein Verlegenheitsausdruck sein soll für Erscheinungen, die man nicht zu deuten weiß. Die Beobachtungen mehrerer Astronomen während der günstigen Oppositionsstellung des Planeten im Jahre 1909 schienen die Gegenwart von Wasser in der Marsatmosphäre zu bestätigen; denn während im Juni, Juli und August die Oberfläche des Planeten ein höchst verschwommenes, kontrastloses Aussehen zeigte, hoben sich gegen Ende August und im September die Einzelheiten weit schärfer voneinander ab.**) Untersuchungen von Campbell und S. Albrecht auf Grund spektroskopischer Aufnahmen haben jedoch gezeigt, daß die Wasserdampf- und Sauerstofflinien im Marsspektrum aus der Erdatmosphäre stammen, daß die Marsatmosphäre selbst also sehr arm an Wasserdampf und Sauerstoff sein müsse. Darin liegt ein gewichtiger Grund gegen die Marskanäle als wirkliche Kanalbauten lebender Wesen.***)

Gegen die Marskanäle wendet sich auch der französische Astronom A. M. Antoniadi, ein erfahrener Marsbeobachter.†) Die Beobachtungen des Planeten während der Erdnähe des Mars im September 1909 haben ergeben, daß die Kanäle in den größten vorhandenen Refraktoren von 30 bis 40 Zoll Öffnung nicht sichtbar waren, was nicht nur die Beobachter auf der Licksternwarte, sondern auch Prof. Frost von der Yerkeswarte bestätigt, der erklärt, daß der dortige 40-Zöller die Marskanäle in kleine Elemente auflöst. Antoniadi, solange er mit kleineren Instrumenten beobachtete, ein Anhänger der Existenz der Marskanäle, hatte im Herbst 1909 Gelegenheit, auf der Sternwarte zu Meudon den großen Refraktor zu benutzen, dessen Objektiv 30½ Pariser Zoll Öffnung und eine Brennweite von 50 Fuß besitzt. Bei 800facher Vergrößerung und sehr guter Luft sah er nicht mehr die für Kanäle gehaltenen gleichförmigen, geraden und schmalen Linien, sondern Reihen aneinander gereihter rundlicher Flecken von ungleicher Dunkelheit, die sich durchaus nicht in schnurgeraden Linien dahinzogen, sondern auch bogenförmige Krümmungen zeigten. Auf Grund seiner Beobachtungen kommt Antoniadi zu folgenden Schlüssen:

Bei ruhigen Bildern sind für die Marsbeobachtung große Instrumente kleineren stets überlegen; sicher ist vor allem, was das Auge zu Anfang des Beobachtens unermüdet sieht. Mars bedeckt sich in einzelnen Teilen mit weißlichem, aber nie ganz undurchsichtigen Dunst oder Nebel, dessen Gegenwart die Helligkeit der Landgebiete verdunkelt. Die grauen Flecken der Planeten sind großen Änderungen ihrer Umrisse unterworfen. Schmale dunkle Streifen bestehen tatsächlich; manche sind bei Objektiven von 30 Zoll Durchmesser ebenso wie die grauen Flecken zu sehen; aber ihr Aussehen ist sehr verschieden. Einige erscheinen als verwaschene, verschwommene Streifen, andere wie eine Reihe hintereinander liegender Seen, andere als abgedunkelte Bänder, dann gibt es solche, die wie feine schwarze Linien aussehen, wenig lang und gebogen oder kurvenförmig verlaufen. Das komplizierte Netz der geraden höchst feinen Linien aber muß auf Täuschung beruhen; an seiner Stelle zeigt der große Refraktor eine wellenförmige Struktur oder verwickelte Marmorierung, oder auch eine formlose schachbrettartige Anordnung der Details.

Unter besten Verhältnissen zeigt sich also Mars mit Flecken von sehr unregelmäßiger Gestalt und unendlich verschiedener Abtönung bedeckt. Beständig sichtbare Flecke zeigen keine geometrisch regelmäßige Gestalt und eine geometrische Anordnung gewisser Marsdetails gibt es nicht. Nach dem Astronomen José Comos Sole vom Observatorium Fabra zu Barcelona bestehen die großen Kanäle „Nectar“ und „Bathys“ nur aus kleinen rundlichen Flecken.

Über die Wolken der Venus und ihre Bedeutung berichtet eine Arbeit von Krüger.*) Er weist zunächst darauf hin, daß es wahrscheinlich im ganzen Weltall wenige Weltkörper gebe, die einander so ähnlich sind wie Venus und Erde. Bezüglich ihrer Durchmesser, ihrer Masse, Dichtigkeit und Schwere sind sie so nahezu gleich, daß man die Venus als die Zwillingsschwester der nur wenig größeren Erde bezeichnen

*) Nature, Nr. 2120 (Lowell Observatory Photographs of the Planets).

**) Nature, Nr. 2110.

***) Public. of the Astron. Society of the Pacific, Bd. 22, Nr. 131.

†) Sirius, Zeitschr. für popul. Astron. 1910, Heft 1.

*) Naturw. Rundsch., 25. Jahrg. (1910), Nr. 14.

kann. Aber obwohl sich die Venus uns mehr als irgend ein anderer Planet nähert, wissen wir über ihre Oberflächenbeschaffenheit sehr wenig. Der Glanz ihres gelblichweißen Lichtes blendet das Auge so, daß man sie entweder am Tageshimmel oder unter Benutzung von Blendgläsern beobachten muß, wodurch jeder Fehler des Fernrohres vergrößert und die Genauigkeit der Bestimmungen beeinträchtigt wird. So sind in der Tat alle Beobachtungen bis heute ohne recht befriedigendes Ergebnis geblieben.

W. Herschel sprach zuerst gegen Ende des 18. Jahrhunderts die Vermutung aus, daß die Venus von einer dichten Atmosphäre umgeben sei. Neuerdings hat besonders H. C. Vogel ihre atmosphärischen Verhältnisse mittels der Spektralanalyse zu ergründen versucht. Das Venusspektrum stimmt mit dem Spektrum der durch die Sonne erleuchteten Erdatmosphäre im wesentlichen überein; auch sind Linien und Banden vorhanden, die auf eine Absorption (Aufsaugung oder Verschluckung) der Sonnenstrahlen in der Planetenhülle durch Wasserdampf hindeuten. Allerdings erscheinen diese Absorptionslinien sehr schwach, so daß die Lufthülle der Venus entweder sehr dünn ist oder, was wahrscheinlicher, das Sonnenlicht nicht tief in sie eindringt und das reflektierte Licht hauptsächlich aus den hohen, dünnen Schichten stammt. Vogel kommt in seinen Untersuchungen zu dem Schlusse, „daß der Planet von einer Atmosphäre umgeben ist, in der eine sehr dichte und dicke Schicht von Kondensationsprodukten schwebt, und daß die Aufhellungen in dieser Schicht nie so weit gehen, daß sie deutlich markierte Flecken auf der Venusscheibe bedingen oder einen Durchblick auf die Oberfläche des Planeten gestatten".

Diese Annahme findet eine starke Stütze in der hohen Albedo der Venus mit 0·76, d. h. sie strahlt 76 Prozent des sie treffenden Sonnenlichtes zurück, und ihre Weiße gleicht beinahe der frisch gefallenen Schnees, übersteigt also weit die unserer meisten irdischen Gesteine und Bodenflächen; nur die schimmernden Wolkenköpfe besitzen ein ähnliches Rückstrahlungsvermögen. Ferner zeigt die Venus keine Spur von Polarisation, was ebenfalls auf eine Wolkenhülle hinweist, und weiter sprechen für eine dichte Atmosphäre die mannigfachen Strahlenbrechungswirkungen, die sich bemerkbar machen, wenn der Planet den Weg von Lichtstrahlen durchkreuzt, die ein anderes Gestirn der Erde zusendet. Aus solchen Refraktionserscheinungen wurde die Höhe der Venusatmosphäre zu ungefähr 90 Kilometern berechnet, während man die höchsten, das Licht noch reflektierenden Schichten der Erdatmosphäre im Mittel auf etwa 75 Kilometer schätzt. Aus anderen Messungen hat man die Folgerung gezogen, daß die Dichte der Atmosphäre an der Oberfläche der Venus fast doppelt so groß ist als die der unsrigen. So nimmt man, obwohl es an abweichenden Ansichten nicht fehlt, ziemlich allgemein an, daß die Venusatmosphäre wahrscheinlich anderthalb- bis zweimal so ausgedehnt und dicht ist, als unsere Erdhülle, und daß sie genug Wasserdampf enthält, um den Planetenkern dauernd mit einer einförmigen, lückenlosen Wolkendecke zu umhüllen, zumal sich Wolken in so dichter Atmosphäre lange schwebend zu erhalten pflegen.

Während man bis 1890 annahm, daß die Venus eine Rotationsdauer von nahezu 24 Stunden habe, verkündete in diesem Jahre der kürzlich verstorbene Schiaparelli als überraschendes Ergebnis seiner Untersuchung aller früheren und seiner eigenen Beobachtungen folgendes: Die Rotation der Venus geht sehr langsam vor sich und erfolgt in der Weise, daß während eines vollen Monats keine Bewegung der Flecken bemerkt werden kann. Die Rotation vollzieht sich wahrscheinlich in 224·7 Tagen, also in einem Zeitraume, der einem Umlauf der Venus um die Sonne gleicht, und um eine Achse, die nahezu senkrecht auf der Bahn steht.

Verschiedene Methoden zur Ermittlung der wirklichen Rotationszeit der Venus haben sich als unzulänglich erwiesen. Noch niemand hat auf der Venus einen gut begrenzten Flecken gesehen, wie auf Mars und Jupiter, nach dessen Vorrücken man die Rotationsdauer bestimmen könnte, und der Venusball kann sich unter seiner dichten Hülle drehen, ohne daß diese Bewegung sich unseren Augen irgendwie bemerkbar macht. Die spektrographische Methode, durch die Linienverschiebung nach dem Dopplerschen Prinzip (s. Jahrg. I, S. 16) die Umdrehungszeit zu bestimmen, hat zu widersprechenden Ergebnissen geführt.

Neuerdings hat A. W. Clayden die Frage der Venusrotation von rein meteorologischen Gesichtspunkten aus erörtert, unter der Voraussetzung, daß die Venusatmosphäre in Masse und Zusammensetzung mit der unserigen beinahe übereinstimmt. Er kommt zu einem ähnlichen Ergebnis wie C. Schoy, über dessen Ansicht im vorigen Jahrbuch (VIII, S. 22) berichtet wurde.

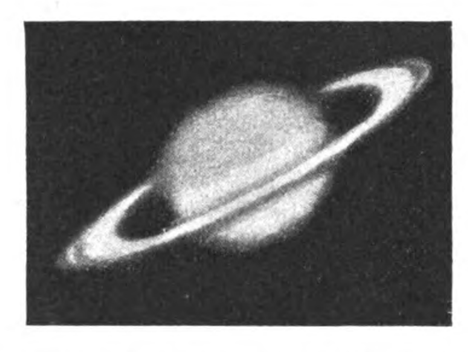
Wäre die Rotationszeit des Planeten gleich seiner Umlaufszeit um die Sonne, so würde der Planet der Sonne immer dieselbe Seite zuwenden und die Lichtgrenze (der Terminator) würde einen festliegenden größten Kreis auf der Kugelfläche bilden: die eine Hälfte hätte ewigen Sonnenschein und Wärmezufuhr von der Sonne, die andere läge in bleibender Nacht und Kälte von mehr als 100°. Infolge dieses großen Temperaturunterschiedes müßte sich aber in ziemlich kurzer Zeit aller Wasserdampf auf der Nachtseite ansammeln und dort in Form einer riesigen Gletscherdecke niederschlagen. Kein merklicher Teil des Wassers könnte als Dampf oder Wolke in der Atmosphäre schweben bleiben. Ein Fließen in dieser Eisschicht und ein Auftauen könnte nur an der Lichtgrenze eintreten und würde kaum ausreichen, um hier unter schweren Stürmen mehr als einen schmalen Wolkenkranz hervorzubringen. Vom meteorologischen Standpunkt ist also die 225tägige Rotationszeit abzulehnen, da mit ihr der tatsächlich vorhandene Wolkenmantel unvereinbar erscheint.

Wäre der Venustag nahezu 24 Stunden lang, so müßte das Atmosphärenbild der Venus ähnlich demjenigen unserer Erde aussehen, die, von außen her gesehen, mit gürtelförmigen Ringen umzogen erscheinen muß. Über dem Äquator hätten wir



einen ziemlich breiten, hell schimmernden Ring zu erwarten, der beiderseits von einem schmalen und ziemlich scharfen dunklen Saum eingefaßt ist. An diese Säume schlössen sich nach den Polen zu wieder etwas hellere Regionen, durch die aber der Beobachter nur selten einen Durchblick auf die feste Erdoberfläche bekäme. Da nun von einer solchen Bänderung auf der Venus nichts zu erkennen ist, scheint auch die Annahme einer kurzen Rotationszeit nicht stichhaltig.

Diese Schwierigkeiten verschwinden zum größten Teile, wenn man die Rotationszeit zwischen 20 und 200 Erdentagen annimmt und eine starke Neigung der Drehungsachse gegen die Bahnebene voraussetzt. Alle sicheren Feststellungen an der Venus selbst lassen sich, wie nachgewiesen wird, in genügende Übereinstimmung mit diesen Annahmen bringen, und so ergibt sich als günstigste



Photogr. Aufnahme des Saturn von Prof. Lowell, 4. Novemb. 1909.

Voraussetzung für die Rotationszeit eine Periode, die zwar nicht viel hinter der Umlaufszeit zurückbleibt, aber doch genügend von ihr abweicht, um der allgemeinen Luftzirkulation zu ermöglichen, das Wasser noch über die Gesamtoberfläche des Planeten zu transportieren.

Hinsichtlich des Saturn, den hier eine gelungene Aufnahme Prof. Lowells zeigt, ist eine bemerkenswerte Beobachtung Mentore Magginis*) am Observatorio Ximeniano zu Florenz zu berichten.

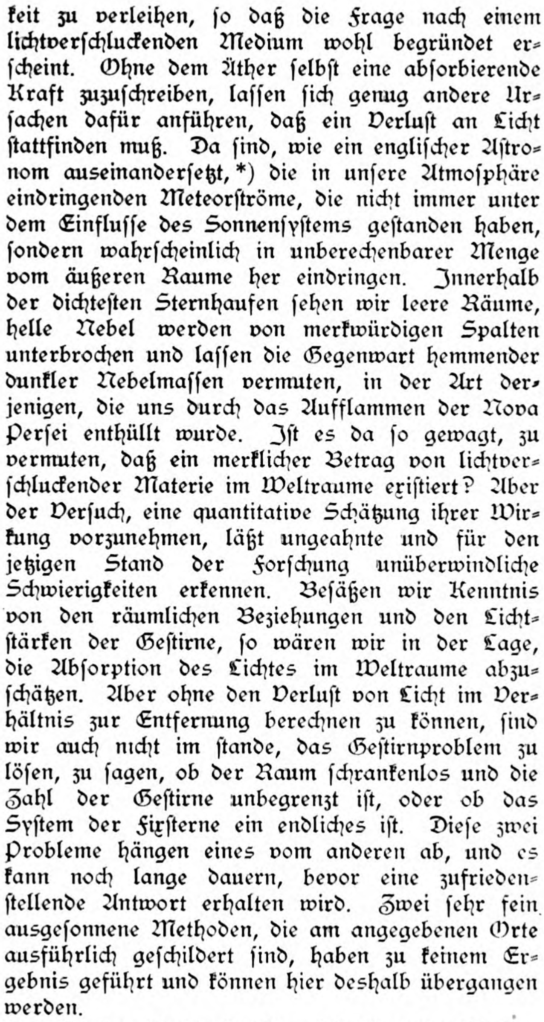
Der Beobachter sah in der Nacht vom 29. zum 30. September 1910 am Südwestrande des Saturn eine leuchtende Hervorragung, die sich von dem Schatten, den die Planetenkugel auf den Ring warf, deutlich abhob. Nach der Zeichnung Magginis zu schließen, muß diese „prominenza" von sehr beträchtlicher Höhe gewesen sein.

Im Bezirk der Fixsterne.

Von der heimatlichen Scholle, wie wir unsere Sonnenwelt im Gegensatz zu der Unermeßlichkeit des Raumes ringsumher wohl nennen dürfen, tastet sich der forschende Geist langsam und vielfach irrend in die fremde, unendliche Welt der Fixsterne hinaus. Die verwirrende Fülle dieser Gestirne vermag es trotz ihrer Zahllosigkeit nicht, dem nächtlichen Himmel durchgängig strahlende Hellig-



*) Astr. Nachr., Nr. 4445.



keit zu verleihen, so daß die Frage nach einem lichtverschluckenden Medium wohl begründet erscheint. Ohne dem Äther selbst eine absorbierende Kraft zuzuschreiben, lassen sich genug andere Ursachen dafür anführen, daß ein Verlust an Licht stattfinden muß. Da sind, wie ein englischer Astronom auseinandersetzt,*) die in unsere Atmosphäre eindringenden Meteorströme, die nicht immer unter dem Einflusse des Sonnensystems gestanden haben, sondern wahrscheinlich in unberechenbarer Menge vom äußeren Raume her eindringen. Innerhalb der dichtesten Sternhaufen sehen wir leere Räume, helle Nebel werden von merkwürdigen Spalten unterbrochen und lassen die Gegenwart hemmender dunkler Nebelmassen vermuten, in der Art derjenigen, die uns durch das Aufflammen der Nova Persei enthüllt wurde. Ist es da so gewagt, zu vermuten, daß ein merklicher Betrag von lichtverschluckender Materie im Weltraume existiert? Aber der Versuch, eine quantitative Schätzung ihrer Wirkung vorzunehmen, läßt ungeahnte und für den jetzigen Stand der Forschung unüberwindliche Schwierigkeiten erkennen. Besäßen wir Kenntnis von den räumlichen Beziehungen und den Lichtstärken der Gestirne, so wären wir in der Lage, die Absorption des Lichtes im Weltraume abzuschätzen. Aber ohne den Verlust von Licht im Verhältnis zur Entfernung berechnen zu können, sind wir auch nicht im stande, das Gestirnproblem zu lösen, zu sagen, ob der Raum schrankenlos und die Zahl der Gestirne unbegrenzt ist, oder ob das System der Fixsterne ein endliches ist. Diese zwei Probleme hängen eines vom anderen ab, und es kann noch lange dauern, bevor eine zufriedenstellende Antwort erhalten wird. Zwei sehr fein ausgesonnene Methoden, die am angegebenen Orte ausführlich geschildert sind, haben zu keinem Ergebnis geführt und können hier deshalb übergangen werden.

Für das Dasein dunkler absorbierender Massen im Weltraume sprechen wiederum mehrere neuere Beobachtungen. Prof. Barnard von der Yerkes-Sternwarte erörtert einige der dunklen Spalten, die sich auf einigen seiner schönen Photographien von Nebeln zeigen, unter dem Gesichtspunkte, daß sie Stellen mit wirklich lichtverschluckender Materie seien.**) Eine Nebelmasse um den Stern ν im Skorpion scheint uns näher zu liegen als der allgemeine Sternenhintergrund und ist zum Teil durchscheinend, muß aber doch einen beträchtlichen Teil des Lichtes der dahinter liegenden Sterne absorbieren, da diese an gewissen Stellen stark verschleiert erscheinen. Mit dem Nebel um ρ Ophiuchi verhält es sich ähnlich. Diese ganze Gegend ist überhaupt reich an großen Flecken und Streifen, die, obwohl mitten in der Milchstraße gelegen, fast völlig sternenleer sind. Eine solche sternenleere Gasse zieht sich nördlich vom Antares von West nach Ost. Als Prof. Tucker in Cordoba vor längerer Zeit für die „Cordobaer Durchmusterung" am Meridiankreis Sternenzonen beobachtete und eines Abends das Fernrohr auf die Gegend nörd-

*) Nature, Nr. 2122 (The medium of celestial space).

**) Astrophys. Journal. 31, Nr. 1; Naturw. Rundsch. 1910, Nr. 9.

lich von Antares eingestellt hatte, konnte er längere Zeit keinen einzigen Stern das Gesichtsfeld passieren sehen. Er schloß hieraus, daß der Himmel sich bewölkt habe, und war sehr erstaunt, beim Hinaustreten aus der Sternwarte den Himmel ganz klar zu finden. Die späteren Aufnahmen Prof. Barnards geben die Lösung dieses Rätsels. Sie lassen kaum einen Zweifel an der Existenz dunkler, die dahinter stehenden Sterne verhüllender Nebelwolken. Dafür haben auch die Aufnahmen von Prof. Wolf zahlreiche Beweise geliefert. Das merkwürdigste Objekt ist ein schwarzer, scharf begrenzter, runder Fleck von 2·6′ Durchmesser bei γ im Schützen.

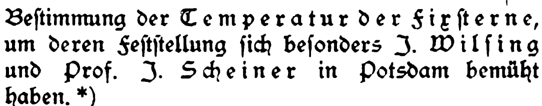
Vor mehr als 20 Jahren hat Prof. W. H. Pickering einen ausgedehnten, spiralförmig gewundenen Nebenfleck entdeckt, der die Gürtelsterne des Orion und zugleich die beiden sog. Orionnebel bei θ und ζ Orionis umschließt. Die Untersuchung einer Aufnahme dieses Nebelfleckes führte Prof. Wolf in Heidelberg dann zur Entdeckung einer weit ausgedehnten Nebelmasse, deren auf der Platte befindlicher Teil nahezu kreisförmig um λ Orionis gelagert ist und von einem sternarmen Kanal umzogen wird. Diese Umgrenzung macht ihn zu einem so augenfälligen Objekt.*)

Die Untersuchung der Aufnahmen Prof. Wolfs ergibt, daß in diesen Gegenden in und neben der Milchstraße alles mit unauflösbarem Schleier überzogen ist, und daß, sobald man nur lange genug belichtet, die Platten mit diesem Nebel erfüllt werden. Solche Nebelmassen sind mit unseren heutigen Mitteln nur festzulegen, wenn sie genügende Helligkeitsverschiedenheiten in ihrem Verlaufe aufweisen, und wenn anderseits ein genügend großes optisches Bildfeld zur Verfügung steht, um diese Ungleichartigkeiten auf einmal zu fassen; wozu mächtige Reflektoren wegen ihres kleinen Bildfeldes außer stande sind. Aber auch bei großem Bildfelde versagt die Photographie, wenn alle Ungleichheiten in der Lichtstärke der Nebelmassen fehlen. Die Platte ist für uns dann verschleiert, aber wir können nicht feststellen, ob der Schleier seine Ursache in dem Nebelgrunde des Himmels hat.

So ist diese ganze Gegend mit Nebel erfüllt, aber glücklicherweise zeigen sich wahrnehmbare Stärkeunterschiede an den verschiedenen Stellen, so daß es einigermaßen möglich ist, die Nebel zu erfassen und durch geeigneten Umdruck der Originalplatten reproduktionsfähig zu machen. Daraus erhellt auch, wie wichtig für den Astronomen, und durchaus nicht etwa als Entstellung zu verwerfen, das Verstärken der Kontraste auf den Platten ist.

Es zeigte sich so, daß der von Pickering entdeckte Außennebel des Orion die südliche Fortsetzung einer ausgedehnten Nebelmasse ist, die sich sehr weit nach Norden hinzieht und deren Grenzen Prof. Wolf bisher noch nicht eingehend untersucht hat. Kanäle und dunkle Lagunen lassen auch in diesem Bezirke überall das Vorhandensein absorbierender Nebelmaterie vermuten.

Ein anderes Problem, dessen Lösung mit ungeheuren Schwierigkeiten verbunden war, ist die



Bestimmung der Temperatur der Fixsterne, um deren Feststellung sich besonders J. Wilsing und Prof. J. Scheiner in Potsdam bemüht haben.*)

Das Problem, die Temperatur der Himmelskörper zu ermitteln, muß auf den ersten Blick als unlösbar erscheinen. Bietet doch schon die Bestimmung hoher Temperaturen im Laboratorium große Schwierigkeiten, obwohl man dort mit den Wärmemeßapparaten, den Thermometern und Thermosäulen, unmittelbar an die heißen Körper oder Gase herankommen kann.

Die Temperaturbestimmung von Gestirnen ist nur durch Untersuchung der von ihnen ausgehenden Strahlung, des einzigen Verbindungsmittels zwischen ihnen und uns, möglich. Aber selbst da, wo sich die Strahlung in beträchtlicher Wärmewirkung fühlbar macht, wie bei der Sonne, waren die Temperaturmessungen ganz unzureichende, solange das physikalische Gesetz nicht bekannt war, welches die Änderung der Strahlungsenergie zu der Änderung der Temperatur des strahlenden Körpers in Beziehung setzt. Dieses von dem Physiker Stefan aufgestellte Gesetz besagt, daß die Energie der Strahlung eines schwarzen Körpers mit der vierten Potenz der Temperatur wächst. Mit Hilfe dieses Gesetzes gelang es, die älteren Messungen der Sonnenstrahlung mit den neueren in befriedigende Übereinstimmung zu bringen, so daß die Temperaturwerte der neuesten Bestimmungen nur noch um einige hundert Grad voneinander abweichen; sie geben eine effektive Sonnentemperatur nahe 6000 Grad.

Nun gelten aber das Stefansche Gesetz und die Plancksche Gleichung, welche die Abhängigkeit der Strahlung von der Temperatur angeben, nicht für beliebige Körper, sondern nur für den sogenannten schwarzen Körper, der alle Strahlung, die auf ihn fällt, absorbiert, also in Wärme umsetzt, und nichts reflektiert. Man erhält also bei Anwendung der Strahlungsgesetze zur Temperaturermittlung nicht die wahren Temperaturen, sondern die sogenannten effektiven. Der für die Sonne angegebene Temperaturwert besagt daher folgendes: Befände sich an Stelle der Sonne ein schwarzer Körper, der dieselbe Strahlung erzeugt wie die Sonne, so würde dessen Temperatur 6000 Grad betragen. Doch können bei den hohen Temperaturen der Sonne und der Fixsterne die Abweichungen der stets höheren wahren Temperatur von der effektiven nicht sehr groß sein. Prof. Scheiner hat erstere für die Sonne versuchsweise auf etwa 7000 Grad ermittelt.

Die bei der Sonne angewendete Methode der Temperaturbestimmung läßt sich auf die Fixsterne wegen ihrer ungeheuren Entfernung von der Erde und des verschwindend kleinen Durchmessers ihrer scheinbaren Scheibe nicht ausdehnen. Das Problem mußte also von einer anderen Seite angefaßt werden und Versuche hiezu sind schon vor vielen Jahren gemacht worden. Die berühmte Vogelsche

*) Sitzungsber. der Heidelb. Akad. der Wissensch. 1910, 3. Abhandl.

*) Wilsing u. Scheiner, Temperaturbestimmung von 109 helleren Sternen (Publik. des Astrophys. Observat. zu Potsdam); J. Scheiner, Die Temperat. der Fixsterne (Naturw. Wochenschr., Bd. 9, 1910, Nr. 15).



Spektraleinteilung der Fixſterne in drei Klaſſen mit Unterabteilungen iſt als der erſte Verſuch dieſer Art zu betrachten, allerdings auch ein rein hypothetiſcher. Ausgehend von der Tatſache, daß die Glühfarbe eines Körpers ſich mit ſteigender Temperatur vom Rot anfangend immer mehr dem reinen Weiß nähert, nahm Vogel an, daß die weißen Sterne (Klaſſe I) die heißeſten ſeien; es folgten dann die gelben (Klaſſe II) und zuletzt die roten (Klaſſe III).

Die drei Klaſſen ſtellen den Entwicklungsgang eines ſich in Billionen von Jahren abkühlenden Sternes dar. Eine Stütze für dieſe Annahme liefert das Ergebnis der ſpektralanalytiſchen Unterſuchung der Fixſterne; es zeigt uns, daß in der Reihenfolge der Klaſſen die Abſorptionslinien immer mehr zunehmen, ſo daß bei der III. Klaſſe ſogar die Abſorptionen chemiſcher Verbindungen auftreten (Kohlenwaſſerſtoff, Titanoxyd), Verbindungen, die nur bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen beſtehen können. Gab alſo die Vogelſche Einteilung auch keine wirkliche Temperaturbeſtimmung, ſo war doch wenigſtens das Höher oder Niedriger ermittelt, und aus der Ähnlichkeit der Spektra der gelben Sterne mit dem Sonnenſpektrum ließ ſich ſchließen, daß die Temperatur dieſer mittleren Sterne etwa die gleiche ſei wie bei der Sonne.

Vor ungefähr 15 Jahren gelang es Profeſſor Scheiner, einen Schritt weiter zu kommen. Das eigentümliche Verhalten zweier Spektrallinien des Magneſiums im Laboratorium und auf den Fixſternen erlaubte, eine ungefähre Vergleichung der Fixſterntemperatur mit der Temperaturr irdiſcher Lichtquellen anzuſtellen. In Beſtätigung der Vogelſchen Hypotheſe fand Prof. Scheiner, daß die Temperatur der weißen Sterne etwa derjenigen im hochgeſpannten elektriſchen Funken (Leidener Flaſche) entſpricht, die Temperatur der gelben Sterne zwiſchen dieſer und der Temperatur des Kohlebogens liegt, und die der roten etwa der des Kohlebogens ſelbſt (3500°) entſpricht.

Eine recht umfangreiche Arbeit zur Löſung der Frage, wie hoch die Fixſterntemperaturen ſeien, haben die Prof. J. Wilſing und J. Scheiner auf Grund einer neuen Methode durchgeführt. Die thermiſchen Meßinſtrumente eignen ſich wohl zum Nachweis der Geſamtſtrahlung von hellen Sternen, aber nicht zur exakten Meſſung. Für den Bereich der optiſchen Strahlung iſt aber das Auge äußerſt empfindlich, und zwar in ſo hohem Maße, daß bekanntlich das Licht der Sterne noch zur ſpektralen Zerlegung ausreicht. Dieſe ſpektrale Unterſuchung kann zum Ziele führen, ſeitdem es mittels der ſogenannten Planckſchen Gleichung, auf deren Vorführung hier verzichtet werden muß, möglich geworden iſt, die Stärke- oder Energieverhältniſſe der verſchiedenen Stellen des Spektrums des ſchwarzen Körpers für beliebige Temperaturen des letzteren zu ermitteln.

Mit Hilfe einer komplizierten Methode (ſiehe die unten angegebenen Abhandlungen*) haben die beiden Aſtronomen in mehrjähriger Arbeit die Spektra von 109 helleren Sternen an mindeſtens je zwei Abenden gemeſſen und mit dem Spektrum des ſchwarzen Körpers nach der Planckſchen Gleichung verglichen. Das Ergebnis war eine Tabelle der 109 Fixſterne, welche außer ihrer Stellung im Raume die Helligkeit, die Spektralklaſſe und die abſoluten effektiven Temperaturen, auf 100° abgerundet, angibt.

Was die Genauigkeit der ermittelten Temperaturen angeht, ſo dürfte der mittlere Fehler bei den kühlſten Sternen von 3000° ſich auf ± 90° belaufen; bei den heißeſten von 10.000° kann die Temperatur auch 1000° mehr oder weniger betragen. Aus der Tabelle erſieht man deutlich, daß die Temperaturen in unmittelbarem Zuſammenhang mit den Spektralklaſſen ſtehen in der Weiſe, daß die Temperaturen mit den Klaſſen reſp. mit der zunehmenden Färbung der Sterne von Weiß an abnehmen.

Noch deutlicher zeigt dies die folgende kleine Tabelle, in der die Durchſchnittszahlen der Temperaturen für die daneben ſtehenden Spektralabteilungen angegeben ſind:

Spektralklaſſe	Farbe	Temperatur
I a_1	weiß	9600°
I a_2	„	8700°
I b	„	9500°
I a—II a	gelblich	6300°
II a	gelb	5400°
II a—III a	orange	4000°
III a	rot	3200°

Leitet man die effektive Sonnentemperatur in der gleichen Weiſe wie bei den Fixſternen ab, ſo ergibt ſich 5130° ± 106°. Die Sonne gehört bekanntlich zur zweiten Spektralklaſſe, was alſo ihre Temperatur beſtätigt.

Da wir hier die Sonne in ihrem Range als Fixſtern betrachtet haben, ſo ſeien auch gleich die Ergebniſſe einer Unterſuchung der Sonnenfleckenſpektra ſeitens des Aſtronomen Walter S. Adams berührt.*) Das Spektrum der Sonnenflecken weicht von dem der Sonne ſelbſt in mehrfacher Hinſicht ab. Die Stärke des ununterbrochenen Farbenbandes des Sonnenſpektrums iſt bei den Flecken verringert, von einigen Elementen in der Sonne, deren Anweſenheit wir aus dem Spektrum herausleſen, erſcheinen nahezu alle Fraunhoferſchen Linien verſtärkt, von anderen dagegen abgeſchwächt und bei noch anderen treten Verſtärkungen und Abſchwächungen nebeneinander auf. Außerdem enthält das Fleckenſpektrum eine große Menge feiner Linien, die im Sonnenſpektrum ganz fehlen und zum Teile zu Banden zuſammentreten. Es iſt Adams gelungen nachzuweiſen, beſonders durch eingehende Vergleichung der Intenſität der zahlreichen Eiſenlinien untereinander in der Sonne und ihren Flecken einerſeits und im Kerne und Mantel des elektriſchen Lichtbogens anderſeits, daß die Veränderung der Linien in den Flecken auf einer örtlich beſchränkten Erniedrigung der

*) „J. Wilſing und J. Scheiner, Temperaturbeſtimmung von 109 helleren Sternen." — J. Scheiner, Die Temperatur der Fixſterne, Nat. Wochenſchr., Bd. 9, Nr. 15.

*) Astrophys. Journ. 30 (1909), S. 86.

Temperatur in den Flecken beruht. Auch die Dämpfe über den Sonnenflecken sind kühler als über den anderen Teilen der Sonne, weshalb auch in ihrem Spektrum besonders die Linien gewisser Verbindungen auftreten, z. B. des Titanoxyds, des Magnesium- und des Kalziumhydrats, auf welche drei Verbindungen 78 Prozent aller bisher in jenem Spektrum unbekannten Linien entfallen.

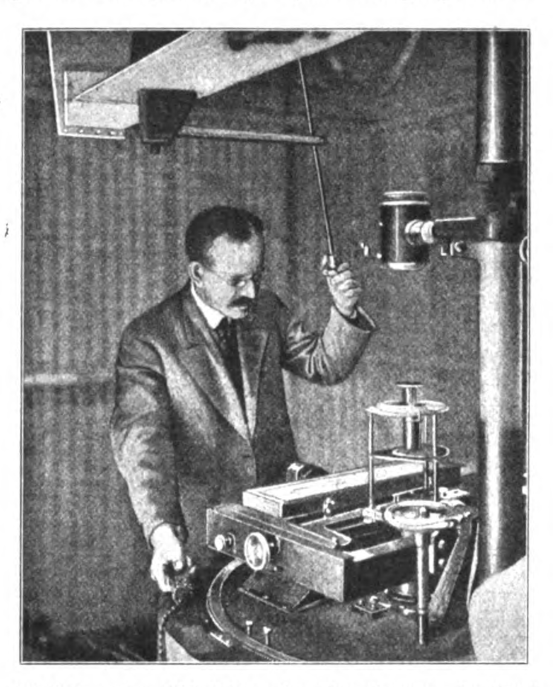
Die genauere Bestimmung der Entfernung eines Fixsternes vom Sonnensystem ist stets geeignet, großes Interesse zu erregen, besonders wenn eine solche Bestimmung durch mehrere voneinander unabhängige Beobachtungen einigermaßen gesichert erscheint. Auf der Radcliffe-Sternwarte zu Oxford wurde die Parallaxe des Doppelsternes Σ 443 photographisch im Vergleiche zu 190 Sternen 8. bis 11·5. Größe bestimmt, und zwar gleich $0·10'' \pm 0·02''$, was einer Entfernung von 32·7 Lichtjahren (309.440 Milliarden Kilometer) entspräche (= 3·8 Siriusweiten). Im Vergleiche mit 50 Nachbarsternen 9. Größe hatte vor einigen Jahren auf Grund von Pulkowoer Aufnahmen Herr von Zeipel die Parallaxe von Σ 443 gleich 0·057″ gefunden. Letztere Zahl wäre um die Parallaxe der Sterne 9. Größe gegen die der Sterne von durchschnittlich 10·5. Größe, d. h. um etwa 0·01″ zu vergrößern, um sie mit dem Oxforder Resultat vergleichen zu können, und sie würde mit diesem dann hinreichend nahe übereinstimmen.*)

Von den Doppelsternen sind die wenigsten mittels des Fernrohres als solche erkennbar; die meisten sind durch das Spektroskop ermittelt worden. Bei einer vergleichenden Prüfung der Bahn- und Größenverhältnisse der spektroskopischen Doppelsterne fanden die Astronomen Schlesinger und Baker von der Alleghany-Sternwarte einige fast ausnahmlos geltende Regeln. Zunächst zeigte sich, daß mit der Zunahme der Umlaufszeiten deutlich auch die durchschnittliche Bahnexzentrizität (Abweichung von der Kreislinie) stieg. Paare mit der Durchschnittsperiode von vier Tagen haben die Exzentrizität 0·07, während solcher mit langer Periode (im Mittel 129 Tage) eine Exzentrizität = 0·35 zeigten. Bei den visuellen Doppelsternen ist sie im Mittel noch größer, bei kurzperiodischen (36 Jahre im Mittel) beträgt sie 0·45, bei solchen mit langer Periode (über 100 Jahre) 0·54. Falls die Spektra der Begleiter sichtbar sind, zeigen sie stets den gleichen Typus wie der Hauptstern. Abweichend verhalten sich nur Paare mit unberechneten Bahnen von jedenfalls sehr langen Umlaufszeiten sowie der Stern ε Aurigae. Wenn die Glieder eines spektroskopischen Sternpaares ungleich hell sind, so ist der hellere Stern auch der massigere. Bei den 15 Systemen, deren Angehörige beide sichtbar sind, beträgt die Gesamtmasse durchschnittlich das Vier- bis Fünffache der Sonnenmasse (bei η Orionis mehr als das Zehnfache). Unter den Paaren mit nur einer (spektroskopisch) sichtbaren Komponente, also mit verhältnismäßig lichtschwachen Begleitern, finden sich Systeme von sonnenähnlicher Masse neben vielen anderen, deren Massen ganz minimal (unter 1 Hundertstel der Sonnenmasse) zu sein scheinen.*) Die längste Umlaufszeit unter den spektroskopischen Doppelsternen hat bisher der Stern β Capricorni aufzuweisen.

*) Naturw. Rundsch., 25. Jahrg., Nr. 14.

Atmosphärische Erscheinungen.

Zum Verständnis der atmosphärischen Erscheinungen ist es nötig, die Atmosphäre selbst in ihrem ganzen Aufbau von den untersten, im Bereiche des bemannten Ballons und des Registrierballons liegenden Schichten bis zu ihrem Übergange in den



Prof. Hale an dem Riesenspektographen seiner Sternwarte, im Begriff, das Spektrum eines Sonnenfleckens aufzunehmen.

„leeren" Raum möglichst genau kennen zu lernen. Den gegenwärtigen Stand unserer diesbezüglichen Kenntnisse behandelt Dr. Alfr. Wegener in einer Arbeit über das Profil der Atmosphäre,**) das auch bildlich dargestellt wird.

Die äußerste Grenze der Atmosphäre läßt sich nach den Gasgesetzen nicht näher angeben. Wir können uns nur an gewisse Erscheinungen halten, deren Auftreten von dem Vorhandensein einer Atmosphäre in den betreffenden Höhen zeugt. Die größten derartigen Höhen geben die Polarlichter, die nach Paulsens Forschungen in allen Höhenlagen der Atmosphäre vorkommen, von 400 bis 500 Kilometer Höhe bis herab zum Erdboden. Nach anderen Beobachtungen scheinen sie besonders häufig bei etwa 200 Kilometer und wiederum in 60 bis 70 Kilometer Höhe zu liegen.

Auch die Sternschnuppen bilden ein Phänomen, welches das Vorhandensein von Luft

*) Naturw. Rundsch., 23. Jahrg., Nr. 19. (Prof. Berberich, nach Public. of the Alleghany Observat. vol I., Nr. 21.)

**) Die Umschau, 14. Jahrg. (1910), Nr. 21.

in sehr großen Höhen bezeugt. Ihre Hauptmasse scheint zwischen 130 und 100 Kilometer Höhe zu erscheinen. Aus den Dämmerungserscheinungen läßt sich schließen, daß die Grenze derjenigen Luftmassen, die noch dicht genug sind, um Licht zu reflektieren, ungefähr bei 70 Kilometer liegt. Beinahe die gleiche Höhe, nämlich rund 80 Kilometer, ergab sich für die eigentümlichen leuchtenden Nachtwolken, die beim Ausbruch des Krakatau im Jahre 1883 bis weit über die Grenze der gewöhnlichen Wolken hinaufgetragen wurden.

Derjenige Teil der Atmosphäre, in dem sich alle diese Erscheinungen abspielen, ist einerseits der aerologischen Forschung nicht mehr zugängig, kommt anderseits aber auch für die Witterungsvorgänge nicht mehr in Frage. Denn die Kondensation des Wasserdampfes und damit die Witterungsvorgänge überhaupt sind auf eine der Höhe nach fast verschwindende Zone beschränkt, deren Dicke rund 10 Kilometer beträgt. Ein anderes Bild erhält man bei Berücksichtigung der Luftdruckverhältnisse; denn schon in 5 Kilometer Höhe ist der Druck auf die Hälfte gesunken, d. h. man hat hier bereits die halbe Atmosphäre — der Masse nach — unter sich. An der oberen Grenze der „Zone der Witterungserscheinungen" herrscht nur noch ein Viertel des Gesamtluftdruckes, d. h. diese Zone enthält trotz ihrer geringen Mächtigkeit bereits drei Viertel der Gesamtatmosphäre in sich verdichtet, während die darüber gelagerten Schichten von so enormer Höhenerstreckung und immer riesigeren Kugelschalen nur noch ein Viertel enthalten.

Hauptsächlich sind es drei Methoden, die der Aerologie zur Durchforschung der Zone der Witterungserscheinungen zu Gebote stehen: die Drachenaufstiege, deren höchster bis zu 7000 Meter führte (1908 am Mount Weather-Observatorium in Amerika), die Aufstiege mit bemanntem Ballon, deren höchster 10.800 Meter erreichte (Hochfahrt von Berson und Süring, 31. Juli 1901), und die Aufstiege der Gummiballons mit Registrierapparaten (höchster 29 Kilometer, am 5. November 1908 von Brüssel aufgelassen, nachdem schon früher Aufstiege bis 27 und 26 Kilometer Höhe gelungen waren). Mit Hilfe letzterer Methode gelang es, Beobachtungen aus den Schichten oberhalb der Zone der Witterungserscheinungen zu gewinnen.

Nach den theoretischen Erörterungen v. Bezolds wäre zu erwarten, daß zunächst über dem Boden noch die starke Temperaturabnahme von 1° auf je 100 Meter zu finden ist, daß darüber, in der Hauptzone der Kondensation, dann eine Abnahme zwischen 1 und 0·6° stattfindet, also etwa 0·8° pro 100 Meter, und daß dieser Wert nach oben allmählich wieder auf 1° pro 100 Meter ansteigt.

Die Ergebnisse der Drachen- und Ballonaufstiege zeigen in einer Hinsicht eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit dieser theoretischen Forderung, weichen in zwei anderen Punkten aber bedeutend davon ab. Tatsächlich herrscht zunächst über dem Erdboden eine starke Temperaturabnahme mit der Höhe, während darüber in der Hauptwolkenzone eine erheblich geringere Abnahme vorhanden ist, die aber dann in größeren Höhen wieder zunimmt. Soweit stimmen Theorie und Wirklichkeit überein. Überall aber ist der ziffernmäßige Betrag dieser Temperaturabnahme beträchtlich kleiner, als die Theorie annimmt. Statt 1° pro 100 Meter über dem Erdboden haben wir nach den Beobachtungen des aeronautischen Observatoriums in Lindenberg nur wenig mehr als 1/2° und in der Hauptwolkenzone statt 0·8 nur 0·4°.

Neuere Beobachtungen haben übrigens, wie hier eingeschoben sei, ergeben, daß es innerhalb oder dicht über einer Wolkenschicht häufig zu Temperaturzunahmen kommt. A. H. Palmer vom Blue Hill-Observatorium in Massachusetts berichtet*) auf Grund von 64 Drachenflügen, wobei der Meteorograph 70mal eine Alto-Kumulus- oder Alto-Stratusschicht durchquerte, daß in 70 Prozent dieser Fälle ein Anwachsen der Temperatur in dem oberen Teile der Wolke und ein kurzes Ende darüber stattfand. Die Fälle verteilen sich über das ganze Jahr, es waren darunter auch bei Nacht unternommene Flüge.

Aus den Registrierungen der über die oberste Wolkengrenze hinaus gestiegenen Ballons erkannte man ferner, daß diese gesetzmäßige Temperaturabnahme eben nur bis zu dieser obersten Grenze der Wolken Gültigkeit habe. Die hier erhaltenen Aufzeichnungen zeigten, daß bei etwa 11 Kilometer Höhe, also gerade oberhalb der Zirruswolken, die Abnahme der Temperatur überhaupt aufhört und statt dessen ein ziemlich unregelmäßiger Wechsel von Zu- und Abnahme stattfindet, oft auch mächtige Schichten mit ganz gleichmäßiger Temperatur getroffen werden, so daß oberhalb der 10 Kilometer eine wesentlich konstante, etwa —60° betragende Temperatur herrscht. Ob diese noch höher als bis 29 Kilometer, soweit wie die Registrierballons gestiegen sind, reicht, wissen wir nicht.

Enorme Kräfte sind nötig, um diese stabilen Schichten zu durchbrechen; wir wissen erst von einem einzigen Falle, in dem dies geschehen ist: beim Ausbruch des Krakatau. Wenn das Aufsteigen der heißen Luft über dem Vulkan ganz ohne Mischung mit seitlicher Luft vor sich gegangen wäre, so hätte sie mit +230° C von unten aufsteigen müssen, um bei 13 Kilometer Höhe noch +100° zu haben. Da die Lufttemperatur in dieser Höhe etwa —60° ist, so hätte der Auftrieb dann gerade noch ausgereicht, um die darüber liegende Zone konstanter Temperater bis 29 Kilometer Höhe zu durchdringen. Allerdings ist bei dieser Berechnung der Wasserdampf nicht in Betracht gezogen; anderseits aber haben die Krakatau-Wolken nicht bei 29, sondern erst bei 80 Kilometer Höhe haltgemacht. Diese Zahlen zeigen zur Genüge, wie wenig die Atmosphäre aus sich selbst heraus Kräfte zu erzeugen vermag, welche eine Durchbrechung dieser Schichten bewirken könnten.

Die weitere Beobachtung dieser sogenannten „oberen Inversion" ergab, daß ihre Höhe über der Erdoberfläche mit der Annäherung an den Äquator wächst. In Mitteleuropa liegt sie in 11 Kilometer Höhe, in Nordamerika unter dem 38. Breitengrade in 12 Kilometer, und in äquato-

*) Nature. Nr. 2118, S. 396.

rialen Gegenden ergab sich vor kurzem eine Höhe von 17 bis 19 Kilometer. Ferner wechselt die Höhenlage auch an demselben Orte etwas mit der Witterung. In barometrischen Depressionen scheint sie sich etwas zu senken, in Hochdruckgebieten 1 Kilometer über Normal zu liegen.

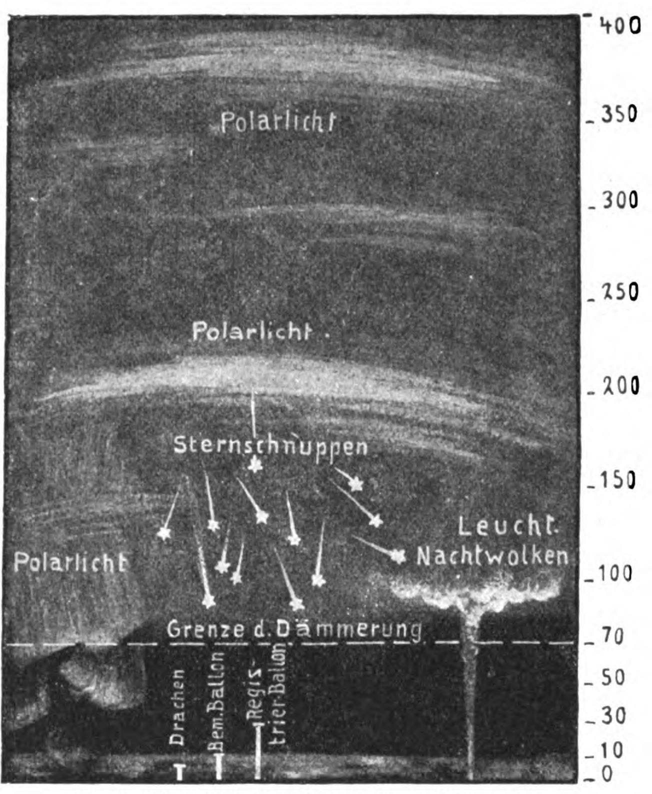
Anfangs glaubte man, daß die Luftmassen oberhalb dieser Schichtgrenze noch an der sogenannten Gesamtzirkulation der Atmosphäre zwischen Pol und Äquator teilnähmen, und daß sich das Fehlen der weiteren Temperaturabnahme auf den äquatorialen Ursprung dieser Luftmassen zurückführen lasse. Heute kann kein Zweifel mehr darüber bestehen, daß diese Schichtgrenze geschlossen die ganze Erde umspannt und alle über ihr liegenden Luftmassen von allen Vertikalbewegungen, also auch von der sogenannten „Gesamtzirkulation", ausgeschlossen sind.

Daß nun aber auch innerhalb der Zone der Wolken, in der sich alles abspielt, was wir unter dem Begriffe Wetter zusammenfassen, die Bezoldsche Theorie von der regelmäßigen Temperaturabnahme nicht gilt, liegt daran, daß diese Theorie nur den vertikalen Ausgleich der verschieden temperierten Luftmassen berücksichtigt, das Aufsteigen der erhitzten, das Herabsinken der kalten Luft. Sie vernachlässigt den horizontalen Ausgleich, der fortwährend bestrebt ist, die kalte Luft von den Polen unten, die warme vom Äquator her oben auszubreiten.

Diese beiden Bewegungen führen dazu, daß sich verschiedene Luftschichten übereinanderlegen, deren jede zwar eine mit der Höhe abnehmende Temperatur hat, bei denen aber doch jede höhere Schicht relativ wärmer ist als die unter ihr liegende, so daß Schichtgrenzen bestehen, bei deren Passieren von unten nach oben die Temperatur steigt. Die Oberfläche eines jeden „Wolkenmeeres" stellt eine solche Grenzfläche zwischen zwei Luftschichten dar, die mit ganz verschiedenen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen begabt sind und in verschiedenen Richtungen übereinander herziehen. Dieser Temperatursprung erzeugt ferner auch einen Sprung in der sonst kontinuierlich mit der Höhe abnehmenden Luftdichte, so daß wir zwei Medien von verschiedener Dichte haben, die übereinander herziehen, und an deren Grenze ebensogut Wogen aufgeworfen werden können, wie an der Grenzfläche zwischen Wasser und Luft. Diese Temperaturumkehrungen sind es, welche die theoretisch berechnete Temperaturabnahme mit der Höhe so stark verringern.

Während nun die große Schichtgrenze der „oberen Inversion" eine völlig feststehende, stets anzutreffende Erscheinung ist, treten diese unteren Inversionen in ständigem Wechsel und so unberechenbar auf, daß sich ihr Zusammenhang mit der Witterung noch nicht klar durchschauen läßt. Erst mit Hilfe der Wolkenforschung ist etwas Licht in das anscheinende Chaos gekommen. Da aber die Forschungen in dieser Richtung noch nicht abgeschlossen sind, so wird späterhin darauf zurückzukommen sein.

Wenn auch von geringerem praktischen Werte für die Witterungskunde, sind die Luftschichten oberhalb der oberen Inversion für das Gesamtbild der Erdatmosphäre doch nicht unwesentlich. Die aerologischen Forschungsmethoden lassen uns in den höheren Partien zwar völlig im Stich; dennoch lassen sich aber durch Beobachtung aller derjenigen Erscheinungen, die sich in diesen Schichten abspielen, mancherlei Aufschlüsse erlangen.

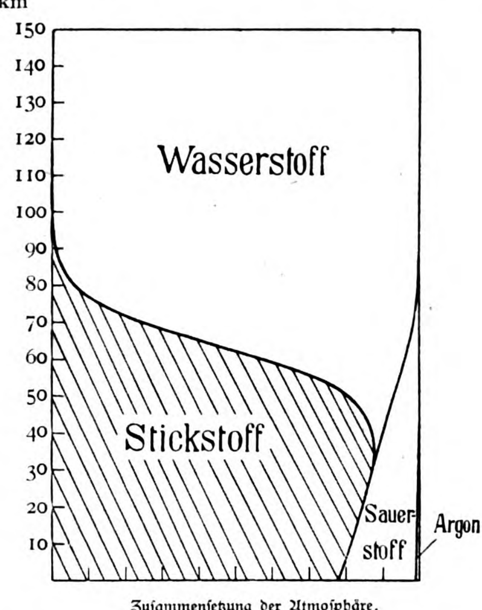


Querschnitt durch die Lufthülle der Erde, bis 400 Kilometer Höhe.

Die Wolken, welche vom Vulkan Krakatau aufstiegen und als „leuchtende Nachtwolken" am Rande der Dämmerung sichtbar wurden, befanden sich ziemlich genau in derjenigen Höhe, in der die Atmosphäre aufhört, im Sonnenlichte sichtbar zu sein. Hiedurch wird die Vermutung erweckt, daß in dieser Höhe von 70 bis 80 Kilometern eine neue Schichtgrenze zu suchen ist, welche die Krakatau-Wolken bei ihrem Aufsteigen nicht mehr zu durchbrechen vermochten. Diese Annahme findet eine höchst überraschende Bestätigung, wenn man sich nach den Gasgesetzen die Zusammensetzung der Atmosphäre für die verschiedenen Höhen berechnet. Die Luft am Erdboden enthält nur etwa $^1/_{100}$ (Raum-) Prozent Wasserstoff, während die Luft in 100 Kilometer Höhe fast ganz daraus besteht, dank dem geringen Gewichte dieses Gases. Und dieser Übergang vollzieht sich außerordentlich plötzlich gerade in der Höhe von etwa 70 Kilometern. Diese überraschend scharfe Schichtgrenze der Atmosphäre bei etwa 60

bis 70 Kilometer trennt also die Gesamtatmosphäre in eine Wasserstoffatmosphäre oben und eine vorzugsweise aus Stickstoff bestehende untere Atmosphäre.

Der Stickstoff, der schon am Erdboden alle übrigen Gase weit überwiegt, nimmt mit der Höhe



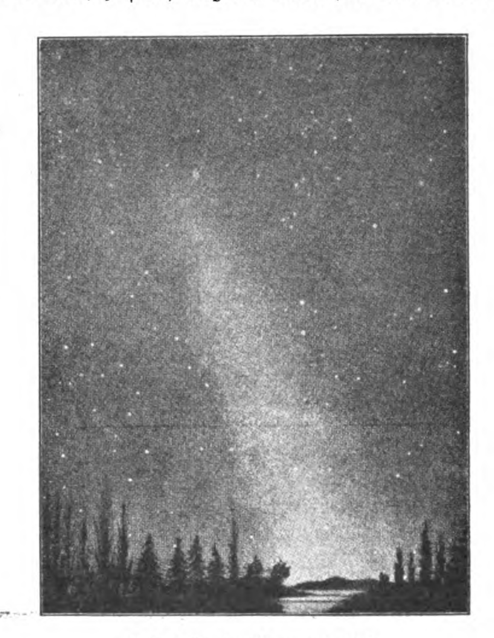
Zusammensetzung der Atmosphäre.

noch erheblich zu und erreicht bei etwa 35 Kilometer ein Maximum von 87 Prozent; hier können wir geradezu von einer Stickstoffatmosphäre sprechen. Der Sauerstoffgehalt dagegen nimmt sehr gleichmäßig mit der Höhe ab und kommt oberhalb 70 Kilometer überhaupt nicht mehr in Betracht, Die Sternschnuppen, welche selten tiefer als 100 Kilometer herabkommen, können daher nicht verbrennen, wie man früher oft annahm, sondern nur verdampfen.

Der Gehalt der Luft an den neu entdeckten seltenen Gasen, wie Neon, Krypton, Xenon, Helium, ist äußerst gering, ein wenig mehr in Betracht kommt das Argon (siehe Jahrb. II, S. 322). Der Heliumgehalt nimmt mit der Höhe zunächst noch bis zu einem Maximum von 0·6 Prozent zu, oberhalb 80 Kilometern aber wieder ab. Es gibt also in der Atmosphäre eine Heliumschicht, in welcher das Element am häufigsten ist, und diese Schicht fällt zusammen mit der untersten Schicht der Wasserstoffatmosphäre. Diese Verhältnisse erinnern in manchen Punkten an das, was uns von der Sonnenatmosphäre bekannt ist, und es eröffnen sich hier ganz neue Ausblicke in die kosmische Stellung der Erdatmosphäre.

Durch die Entdeckung der oberen Schichtgrenze in etwa 70 Kilometer Höhe ist, wie Dr. A. Wegener betont, der erste Schritt in ein bisher von allen gemiedenes Gebiet getan, auf welchem uns noch manche Überraschungen bevorstehen dürften. Die Beobachtung dieser Schichtgrenze ist verhältnismäßig leicht, da sie als die Grenze der Dämmerung unmittelbar dem Auge sichtbar wird. Deshalb wird man vermutlich bald ermittelt haben, ob auch bei ihr, wie bei der „oberen Inversion", die Höhe mit der Annäherung an den Äquator wächst. Besonders wertvoll dürften aber die Aufschlüsse sein, welche eine planvoll nach diesen Gesichtspunkten geführte Erforschung des Polarlichtes bringen wird. Schon jetzt klärt sich hier manches, was früher dunkel erschien. So scheinen die meist in verhältnismäßig geringer Höhe, nämlich von 70 Kilometer abwärts, vorkommenden Draperien und andere Formen strahliger Struktur auf der Absorption von Strahlen in der Stickstoffatmosphäre zu beruhen, während die „homogenen Bögen" und die anderen ruhigen Formen ohne Strahlenstruktur, die meist in 200 Kilometer Höhe auftreten, auf die Absorption in der Wasserstoffatmosphäre zurückzuführen sind.

Auf einen wahrscheinlichen Zusammenhang zwischen der Sonnenkorona, dem Zodiakal- und Polarlicht macht in einer kritischen Studie Dr. Fischer-Seiffen aufmerksam.*) Er weist zunächst die Ansicht R. W. Woods zurück, der zufolge die Korona aus gemischten Metalldämpfen bestehe, die unter dem Einfluß der Sonnenstrahlung fluoreszieren. Dasselbe grüne Licht wie das Spektrum der Sonnenkorona zeigt bekanntlich ein im Jahre 1898 in den Solfataren von Puzzuoli nachgewiesenes Gas, das deshalb Koroniam genannt wurde und somit als Bestandteil der Erde und ihrer Atmosphäre erwiesen ist, so daß ein Zweifel an dem Vorkommen des Koronium auf der Sonne kaum gerechtfertigt sein dürfte. Dr. Fischer zeigt aber auch positiv, daß die Annahme Woods von



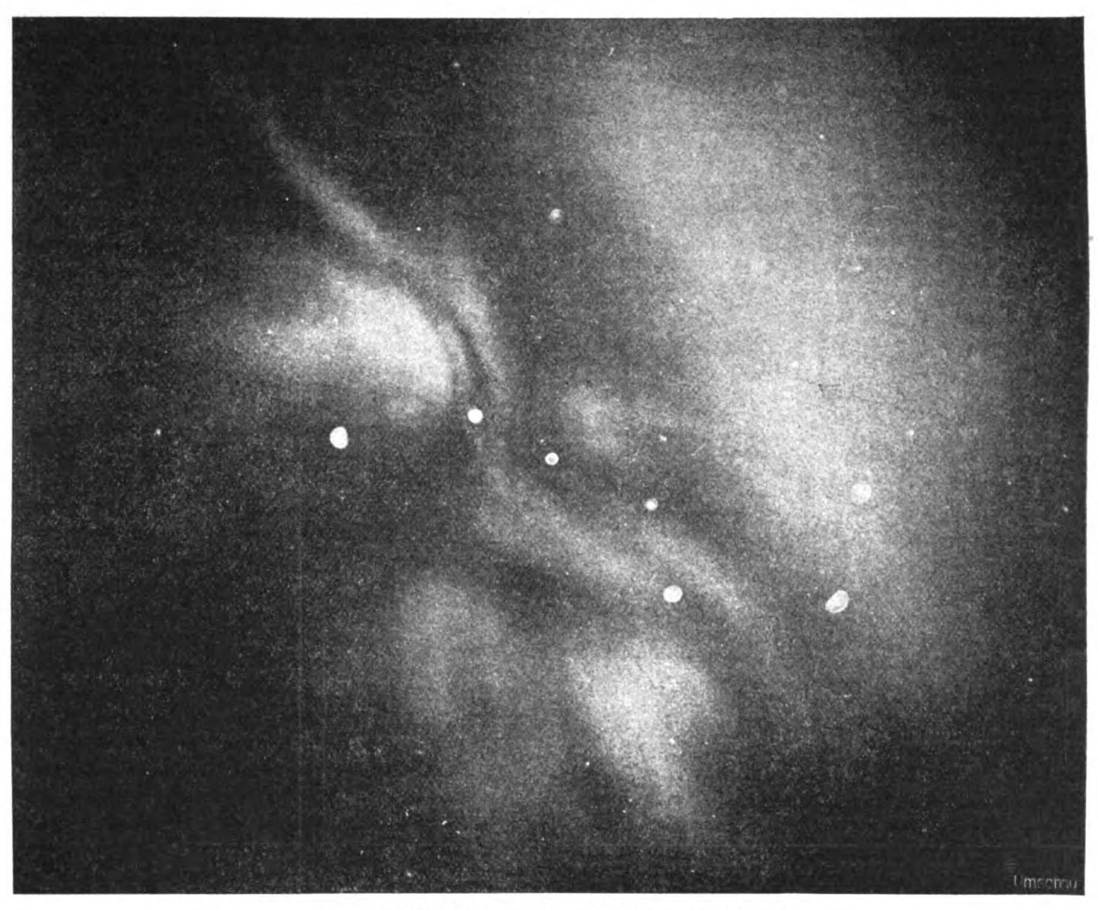
Zodiakallicht im Februar und März.

fluoreszierenden schweren Metalldämpfen in der äußersten Sonnenhülle wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat. Anderseits läßt der Umstand, daß dieses Licht am Bolometer keine auf Wärmestrahlung deutenden Ausschläge gibt, vermuten, daß das Leuchten

*) Naturw. Wochenschrift, Bd. 9 (1910), Nr. 29.

der Korona auf andere Weise als das der Chromo- und Photosphäre zu stande kommt.

Das schwache kontinuierliche Spektrum der Korona, in dem die für gewöhnlich dunklen Fraunhoferschen Linien als hell und farbig auftreten, dürfte von der Strahlung der gesamten glühenden Dämpfe der Photosphäre und Chromosphäre herrühren und muß wegen seiner teilweisen Reflexion uns zugleich zum Teile polarisiert erscheinen.



Photogr. eines Nordlichts mit dem großen Bären, 13. März 1910.

Die verdoppelten Linien im Sonnenspektrum sind nach den Forschungen Zeemans und Hales jetzt wohl als Äußerungen eines starken magnetischen Feldes anzusehen. Ebenso bemerkenswert erscheint jedoch, daß zur Zeit der Fleckenminima in der Nähe der Sonnenpole, zur Zeit der Fleckenmaxima in der Nähe des Sonnenäquators die Korona die Form der bekannten Figuren zeigt, die entstehen, wenn Eisenfeilspäne über einem Magneten auf Papier gestreut werden (siehe auch Abbild. im II. Jahrg., S. 38). Man ist daher mehr und mehr geneigt, das streifige, haarähnliche Aussehen der Korona ebenfalls mit der Einwirkung magnetischer Kräfte in Beziehung zu bringen.

Unter dieser Voraussetzung sowie unter der anderen Annahme, daß die grüne Linie im Koronaspektrum von einem besonderen Element, dem Koronium, herrührt, läßt sich noch eine weitere wichtige Folgerung ziehen. Bekanntlich leuchten stark verdünnte Gase in Geißlerschen Röhren, die in ein Feld gespannter und hochfrequenter elektrischer Wellen gebracht werden, hell auf, genau so als wenn ein starker elektrischer Strom durch sie geleitet worden wäre. Gehen daher von der Sonne ebenfalls hochgespannte und hochfrequente elektrische Wellen aus, so wird deren Energie zum Teil von den beiden Elementen Koronium und Wasserstoff, die in stark verdünntem Zustand die äußersten Gasschichten der Sonne bilden, absobiert und in Lichtenergie verwandelt. Ein Teil des übriggebliebenen Restes dieser an den Weltraum ausstrahlenden Wellen wird die wahrscheinlich aus Koronium in höchst verdünntem Zustande bestehende äußerste Atmosphärenschicht der Erde auf der der Sonne jeweilig zugekehrten Seite ebenfalls zur Elektrolumineszenz bringen. Infolgedessen braucht man sich auch nicht zu wundern, daß diese hochgespannten und hochfrequenten elektrischen Sonnenwellen auf der Erdoberfläche nicht nachweisbar sind. Nur solche elektrischen Wellen, denen eine geringere Frequenz bei größerer Intensität zukommt, werden die ganze Erdatmosphäre durchdringen können, wie man sie denn auch auf der Erdoberfläche bisher nur während gewaltiger Explosionen auf der Sonne und bei dem Auftreten großer Sonnenflecken festgestellt hat.

Aus der Annahme, daß die äußerste, aus Koronium bestehende Gashülle der Erde sich, soweit von der Sonne beschienen, stets in elektrisch leuchtendem Zustande befindet, läßt sich auch schließen, daß dieses schwache Licht allein während der Dämmerung, einige Stunden vor Auf- und nach Untergang der Sonne, als pyramidenförmiger Streifen auftritt, dessen Längsachse der Sonnenseite zugekehrt ist und dessen Basis mit dem Sonnenäquator zusammenfällt, da dieser ja die größte Strahlenmenge aussendet. Und da die leuchtenden Strahlen der Sonne schon in Atmosphärenschichten mittlerer Höhe eine teilweise Reflexion erfahren, muß dieses Licht auch ein schwaches kontinuierliches Spektrum zeigen und teilweise polarisiert erscheinen, Forderungen, die nach unseren Erfahrungen in dem Zodiakallicht erfüllt sind, das am intensivsten in den Äquatorgegenden zur Zeit der Tag- und Nachtgleichen als pyramidenförmiger Streifen sichtbar ist.

Um die Entstehung der grünen Koroniumlinie im Polarlicht zu erklären, knüpft Dr. Fischer an die Erscheinung des Fischsterbens in Seen und Flüssen bei Auftreten von Gewittern und Nordlichtern an, eine Erscheinung, als deren Ursache sich nur ein sehr niedriger Prozentsatz von Sauerstoff im Wasser feststellen läßt. Das Entweichen des Sauerstoffes aus dem Wasser ist nach seiner Ansicht nicht nur eine Folge des niedrigeren Luftdrucks; die Ursache liege hauptsächlich in der längst bekannten Fähigkeit des Sauerstoffes, bei Vorhandensein eines magnetischen Feldes stark paramagnetisch (ferromagnetisch) zu werden, während das Wasser unter gleichen Umständen diamagnetisch wird. Da Blitze unmagnetisches Eisen magnetisch machen, ja den Magnetismus der Magnetnadel selbst umkehren können, so liegt die Möglichkeit nahe, daß auch der Sauerstoff der Atmosphäre und des Wassers bei Gewittern paramagnetisch, das Wasser dagegen diamagnetisch sich verhält, was natürlich ein um so rascheres Entweichen des Sauerstoffes aus dem Wasser zur Folge haben wird. Auch bei Auftreten von Nordlichtern ist Fischsterben beobachtet worden, und da bei ihnen ebenfalls starke magnetische Einwirkungen unverkennbar sind, so scheint diese Auffassung sehr gut mit den Tatsachen vereinbar zu sein. Wird nun, wie schon das streifenförmige Aussehen des Polarlichtes und der Sonnenkorona vermuten läßt, außer dem Sauerstoffe auch das Koronium und vielleicht auch das Krypton bei Auftreten magnetischer Wellen stark paramagnetisch, so wäre nicht nur das streifenförmige Aussehen der Polarlichter und der Korona über den Sonnenpolen und Sonnenflecken verständlich, sondern es wäre auch erklärlich, weshalb in der Nähe der magnetischen Erdpole bereits in sehr niedrigen Höhen der Atmosphäre die grüne Koroniumlinie im Polarlichte erscheint. Denn wegen seines starken Paramagnetismus müßte das Koronium über den magnetischen Erdpolen einerseits stetig am Aufsteigen verhindert und anderseits fortwährend aus den höheren Luftschichten nach den magnetischen Erdpolen herabgezogen werden.

Dr. Fischer kommt zum Schlusse auf die merkwürdigen Strahlen, die Pechuel-Loesche in tropischen Gegenden neben dem Zodiakallichte beobachtet hat (siehe Jahrb. VII, S. 94, mit Abb.). Er hält sie für verursacht durch große, voneinander isolierte Sonnenflecken, die eine stärkere magnetische Konzentration und damit auch eine intensivere Elektrolumineszenz des in der äußersten Sonnen- und Erdhülle befindlichen Koroniums zu bewirken im stande sein müßten.

Der schon oft beobachtete Zusammenhang zwischen erdmagnetischen Störungen und erhöhter Sonnentätigkeit ist auch bei der großen magnetischen Störung am 25. September 1909 durch das Erscheinen eines großen Sonnenfleckens bestätigt, der von seinem Auftreten am 18. am Ostrande der Sonnenscheibe bis zu seinem Verschwinden am Westrande am 29. September beobachtet wurde.*) Nach A. Riccos Berechnung hat er am 23., etwa 5 Uhr nachmittags, den mittleren Sonnenmeridian passiert. Da die Störung auf der Erde am 25. um 11 Uhr 43 Minuten vormittags einsetzte und etwa bis 8 Uhr 30 Minuten nachmittags dauerte, so ist sie mit einer Verspätung von annähernd 47 Stunden gegen den Durchgang des Fleckens durch den mittleren Meridian eingetreten. Bei der großen magnetischen Störung vom Jahre 1892 betrug die Differenz $45^1/_2$, bei 19 großen Störungen im Durchschnitt $42^1/_2$ Stunden. Daß die Übereinstimmung in diesen Verspätungen keine genauere ist, rührt daher, daß die Sonnenflecken nur vereinzelte Symptome der erhöhten Sonnentätigkeit sind, deren Mitte durch dies eine Symptom nicht genau fixiert wird. Nehmen wir die Dauer der Verspätung der magnetischen Störung gegen die erhöhte Sonnentätigkeit auf 40 bis 50 Stunden an, so ergibt sich für die Fortpflanzung der Ursache von der Sonne bis zur Erde eine Geschwindigkeit von 900 bis 1000 Kilometern in der Sekunde, was für die Annahme spreche, daß die Wirkung der Sonne auf den Erdmagnetismus eine korpuskulare (durch Stoffteilchen vermittelte) ist.

Während der Zusammenhang zwischen Sonnenfleckentätigkeit und Erdmagnetismus mit genügender Sicherheit feststeht, hat sich eine Abhängigkeit der irdischen Witterung von den Sonnenflecken bisher nicht ausreichend feststellen lassen. Herr Krüger**) der die Ergebnisse der dahin zielenden Forschungen kurz zusammengefaßt hat, verneint eine solche Abhängigkeit hinsichtlich der Temperatur. Besser als hier sei die Zusammengehörigkeit der Fleckenperiode mit dem Erscheinen und Aussehen der oberen Wolkenarten verbürgt, besonders der Zirruswolken, während das Verhalten der Wolkendecke im allgemeinen zweifelhaft bleibt. Die Beziehungen zwischen Sonnenflecken und Niederschlagsmenge sind, wenn überhaupt vorhanden, höchst verwickelter Natur und sicherlich örtlich (regional) ganz verschieden. Auch die Bemühungen, verschiedene andere Erscheinungen, wie die Gewitterhäufigkeit, die Häufigkeit des Hagels, der Erdbeben u. a., mit der Sonnentätigkeit in Verbindung zu bringen, sind von der Erlangung irgend welcher gesicherter Ergebnisse noch weit entfernt; denn selbst für eine bloß statistische Betrachtung fehlt es an ausreichendem Beobachtungsmaterial.

*) Naturw. Rundsch., 25. Jahrg. (1910), Nr. 14.
**) Naturw. Rundsch., 25. Jahrg. (1910), Nr. 24.



Das Antlitz der Erde.

(Geologie und Geophysik.)

Aus den Urzeiten der Erde. * Festlandgeschichten. * Die Diluvialeiszeit. * Vulkanismus und Erdbeben.

Aus den Urzeiten der Erde.

Nachdem die Kometenfurcht durch das völlige Ausbleiben aller gewalttätigen Äußerungen des Kometenschweifes in der Erdatmosphäre gründlich ad absurdum geführt worden ist, können wir aus der Wissenschaft die Beruhigung schöpfen, daß eine Katastrophe der kürzlich gefürchteten Art auch fernerhin nicht eintreten wird. Die neuesten Forschungen über das Alter der Erde zeigen mit stets wachsender Gewißheit so unermeßliche Zeiträume, daß während dieser Vergangenheit unseres Planeten alle Möglichkeiten, die zum Untergange hätten führen können, sich längst erschöpft haben müssen. Während die Physiker bisher ein Alter von 20 bis 30 Millionen Jahren als ausreichend für die Entwicklung des Erdballs vom feuerflüssigen Zustand bis zu seiner heutigen Starrheit erachteten, beanspruchten die Geologen für ihre Zwecke mindestens 300 Millionen Jahre. Und, obgleich die Unbescheideneren, scheinen sie recht behalten zu sollen, und zwar sind es die radioaktiven Forschungen der Physiker selbst, welche die Wage zu ihren Gunsten belasten.

Prof. Strutt,*) der früher schon durch Ermittlung der in Thoriumgesteinen enthaltenen Heliummenge für das Alter der Erde einen unteren Grenzwert von 240 Millionen Jahren angesetzt hatte, ist es gelungen, diesen Wert durch direkte Versuche über die Geschwindigkeit der Heliumbildung in Thorianit und Pechblende zu bestätigen. Er fand z. B., daß 400 Gramm Thorianit in sieben Wochen sicher weniger als 2×10^{-6} Kubikzentimeter Helium bilden. Daraus ergibt sich, daß 1 Gramm dieses Minerals pro Jahr sicher weniger als $3{\cdot}7 \times 10^{-8}$ Kubikzentimeter Helium erzeugt (durch Umwandlung aus dem in Thorianit enthaltenen Radium). Da ferner in 1 Gramm Thorianit 9 Kubikzentimeter Helium gefunden wurden, so sind zu ihrer Anhäufung mindestens 240 Millionen Jahre erforderlich gewesen. Durch die Versuche mit dem Mineral Pechblende wurde diese Ziffer im allgemeinen bestätigt; doch sind zur genaueren Feststellung des Resultats noch Experimente in größerem Maßstab im Gange, über die später zu berichten sein wird.

In eine sehr entlegene Periode der Erdgeschichte versetzt uns eine Studie, die Karl L. Henning in Denver, Nordamerika, über die präkambrische Geologie von Nordamerika geschrieben hat.**) Die unter der paläozoischen Schicht liegenden Formationen, die man früher als „Urgebirge" bezeichnete, werden neuerdings von den amerikanischen Geologen als Präkambrium zusammengefaßt; sie umfassen die Systeme des Algonkian und des Archean, Ausdrücke, zu deren Erklärung einige Paragraphen aus den geologischen Nomenklaturregeln der Vereinigten Staaten (1903) dienen können.

*) Proced. Royal Soc. A vol. 83 (1909), S. 96.
**) Naturw. Wochenschrift, Bd. 9 (1910), Nr. 28.

„In verschiedenen Teilen der Erde — heißt es da § 16 — liegt unterhalb des Kambriums und gewöhnlich von jenem System durch eine Diskordanz (unconformity, nichtparalleler Verlauf der Schichtung) getrennt, ein großes System von Gesteinen, auf welches die gewöhnliche Methode der Stratigraphie (Lehre vom Aufbau der Erdkruste) angewendet werden kann. Dieses System besteht vornehmlich aus Gesteinen, die im wesentlichen unter denselben physikalischen Bedingungen abgelagert wurden wie jene, die sich während des Kambriums und während späterer Perioden bildeten. Das heißt, diese Gesteine sind hauptsächlich Mergel, Sandsteine und Kalksteine und deren umgewandelte Vertreter (Glimmerschiefer, Phyllite, Quarzite). In Gesellschaft mit diesem Gesteinssystem treten Eruptivgesteine sowohl intrusiver wie extrusiver Art auf,*) genau so wie in späteren Systemen. In einigen Regionen ist dieses ältere System durch zwei oder drei Serien repräsentiert, die durch Diskordanzen*) voneinander getrennt sind. Während hie und da in einigen Arealen Fossilien gefunden wurden, ist ihre Zahl doch nicht so bedeutend, und sind sie nicht so verteilt, daß sie eine Korrelation der Serien von Provinz zu Provinz gestatten. Dieses System wird das Algonkian genannt."

„Unterhalb des Algonkians — heißt es im folgenden Abschnitt —, von ihm aber in der Mehrzahl der Gegenden durch eine große Diskordanz getrennt, ruht ein anderes System von grundverschiedenem Charakter. Dieses besteht hauptsächlich aus Schiefern und Gneisen, deren chemische Zusammensetzung, soweit festgestellt, eher mit jener der Eruptivgesteine als mit der der Sedimentärgesteine übereinstimmt. Die lithologischen Verschiedenheiten dieser Schiefer und Gneise sind sehr verwickelt, und diese lithologische Kompliziertheit wird gewöhnlich auch noch von einer sehr verwickelten Struktur begleitet, und diese Struktur ist es gerade, die dieses System zu einem einzig dastehenden macht. Viele Massen von Eruptivgesteinen, die zu späteren Systemen gehören, sind in die alten Schiefer und Gneise eingesprengt. In verschiedenen Teilen der Erde erscheinen geringere

*) Unter einer Intrusion versteht man das gewaltsame Eindringen von Eruptivgesteinen zwischen andere (geschichtete) Gesteine, unter Extrusion das Empordringen solcher Gesteine an die Oberfläche. Diskordanzen entstehen, wenn das ältere (untere) System aus seiner ursprünglichen horizontalen Lagerung gebracht wurde, bevor das jüngere sich auf ihm ablagerte.

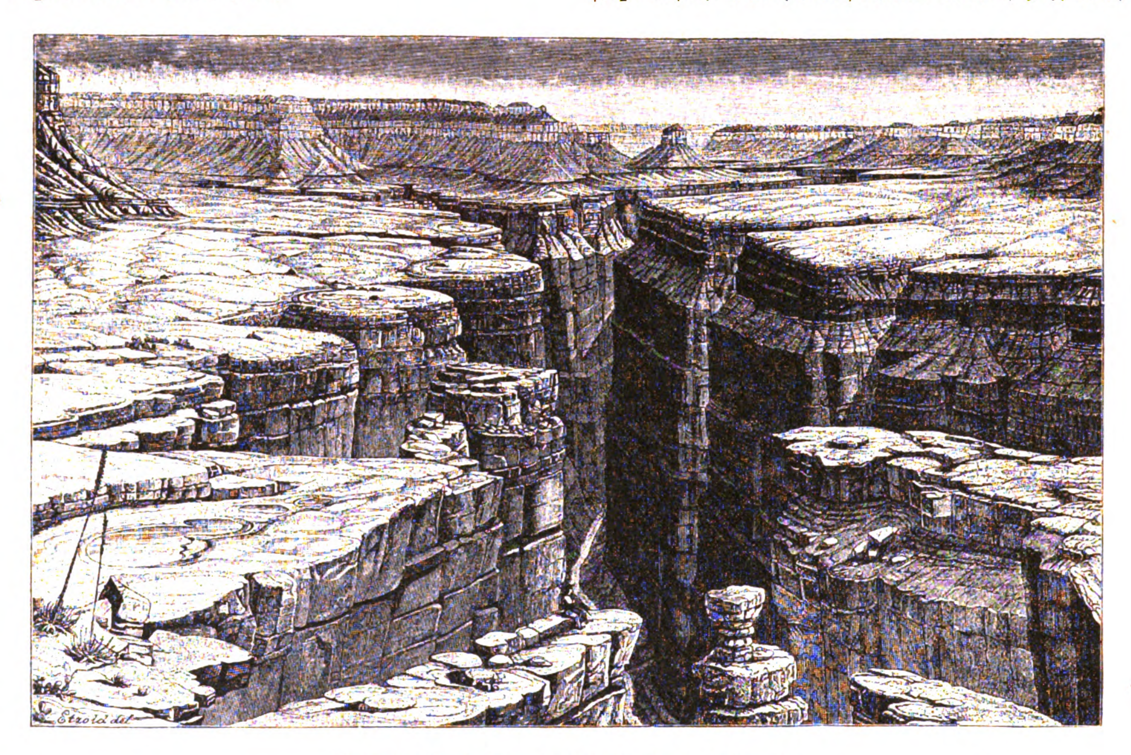


Massen metamorphosierter Sedimente mit den anderen Gesteinen des Systems eng verbunden. Für dieses unterste System wird der Name Archean angewandt" — ein Ausdruck, der in der deutschen geologischen Namensgebung als „archäische Formationsgruppe", kürzer als „Archaikum" auftritt.

Diese beiden Systeme sind es, für welche in Beziehung auf die nächsthöhere Formation, die kambrische, auch der Ausdruck Präkambrium angewendet werden kann.

einen Teil einiger Kordillerenketten und nehmen im nördlichen Montana und Idaho sowie im südlichen Britisch-Kolumbia große Areale ein; auch im Mississippibecken kommen isolierte Areale davon vor.

Von den Unterabteilungen des Präkambrium ist das Archean eher eruptiver als sedimentärer Natur. In der Region des Oberen und des Huron-Sees führt die ältere Serie den Namen Keewatin. Die etwa 1500 Meter mächtige Schichtenfolge besteht aus halbkristallinen Kalken, Phylliten,



Blick in den Grand Cañon des Coloradoflusses in Nordamerika.

Über dieses Präkambrium belehrt uns in umfassendster Weise auf Grund reichen Quellenmaterials ein Werk der amerikanischen Geologen Charles R. Van Hise und Charles K. Leith, das sich nicht nur über Nordamerika, sondern auch über die anderen Erdteile ausspricht.*)

Danach ist das Gebiet Nordamerikas, in dem präkambrische Gesteine vorkommen, ein sehr großes. Es umfaßt den ganzen nordöstlichen Teil des Kontinents und erstreckt sich nordwestlich, nördlich und nordöstlich von den arktischen und kanadischen Seen sowie vom St. Lorenz bis zum Eismeer und Atlantischen Ozean. Beträchtliche Areale präkambrischer Gesteine kommen von Neufundland an durch Neu-Schottland, Neu-Braunschweig und das südliche Quebec vor, erstrecken sich weiterhin durch Neu-England und längs der Ostseite der Appalachen nach den Gebirgen und in die Piedmontregion von Alabama, ebenso durch das östliche Kanada und die Adirondacks von New York. Im Westen der Vereinigten Staaten bilden präkambrische Gesteine

*) Pre-Cambrian Geology of North America. Bulletin 360 der U. S. Geological Survey 1909.

Quarziten, Glimmerschiefern, Konglomeratschiefern, Hornsteinen, eisenhaltigen Erzen, Eruptivtuffen und -Agglomeraten und ist von zahlreichen Eruptivgängen durchsetzt.

Die zweite Unterabteilung, das Laurentian, besteht aus Graniten, Granitgneisen und saueren Schiefern, die durch rote oder helle Färbung charakteristisch sind. Wo diese Serie mit dem Keewatin in Berührung kommt, geschieht es stets in Form von Durchsetzung. Das Laurentian ist älter als das Huronian.

Über den Ursprung der Archean läßt sich Bestimmtes nicht sagen, da es der Geologie noch nicht gelungen ist — wahrscheinlich auch nie gelingen wird —, die ersten Anfänge der Bildung des aus glühenden Massen erstarrten Erdkörpers mit unumstößlicher Gewißheit angeben zu können. Heute neigt man zu der Ansicht, daß die archäischen Gesteine nicht die ursprüngliche Masse des erkalteten Erdkörpers darstellen, sondern bereits metamorphosiert sind und zum Teil aus einer Fusion der Sedimente sich gebildet haben. Das Archean war nach Van Hise vornehmlich eine Periode



allgemeiner vulkanischer Tätigkeit. Sedimentärgesteine sind verhältnismäßig unbedeutend; sie mögen in den oberen Horizonten des Archean mehr vorherrschen als in den unteren, sind aber in großem Maße durch Erosion abgetragen. Sedimentärgesteine mögen, ohne daß es sich jetzt noch entscheiden läßt, in Gneise und Schiefer umgewandelt sein. Aber selbst wenn ein beträchtlicher Teil der Schiefer und Gneise letzten Grundes als sedimentär befunden würde, auch dann würde immer noch der sedimentäre Teil des Archean dem eruptiven Teile untergeordnet sein.

Van Hise ist der Ansicht, daß diese Schlüsse der Chamberlinschen Hypothese, laut welcher die Erde sich ursprünglich aus meteorischen Massen gebildet hätte, nicht widersprechen würden. Auf Grund dieser Hypothese müßte die Erde im Archaikum bereits eine derart feste Masse gebildet haben, daß sie wenigstens die ersten Anfänge einer sich bildenden Wasserhülle, in der Sedimentärgesteine abgelagert werden konnten, hätte halten können.

Das über dem Archean unmittelbar ruhende Algonkian, so genannt nach dem Stamme der Algonkinindianer, hat sein größtes Verbreitungsgebiet in der Region des Oberen Sees und Huronsees und zeigt hier drei, dort vier Unterabteilungen. Weiter ist das Algonkian in der Beltserie des nördlichen Montana, in Idaho und im südlichen Britisch Kolumbia sehr entwickelt. Die Quarzite der Hinta- und Wasatch-Mountains, jene der Needle-Mountains im südwestlichen Kolorado und Teile des Grand Cañon in Arizona gehören ebenfalls in dieses System.

Den großartigsten Aufschluß algonkianischer Gesteine gewährt uns der Grand Cañon des Kolorado. Als unterste Schichtengruppe in seinem Gesamtaufbau kommt die von Powell als „Grand Cañon group" bezeichnete in Betracht, die von Van Hise als typisch Archean erklärt wurde und Granit und Gneis in verschiedenen Varietäten enthält, unter denen Hornblendegneis der älteste ist. Walcott beschrieb im Jahre 1883 diese Gruppe als aus Glimmerschiefer und Quarzit, von Granitgängen durchschnitten, bestehend und zerlegte sie in zwei Unterabteilungen, die Chuar- und Grand Cañon-Gruppe, zwischen denen eine durch Erosion erzeugte Diskordanz ruht. Die untere oder Grand Cañon-Gruppe besteht aus ungeheuren Massen von Sandsteinen und Grünsteinen, während die Chuar-Gruppe aus sandigen und tonigen Mergeln zusammengesetzt ist. Das Archean am Grunde der Grand Cañon-Gruppe besteht aus dünnen Quarzitlagern, die durch intrusive Gänge fleischfarbener Granite unterbrochen sind, die nahezu senkrecht stehen. Über der Chuar- und Grand Cañon-Serie ruht der zum oberen Kambrium gehörende Tonto-Sandstein, eine bis zu 4500 Meter mächtige

Die gesamten unter dem Tontosandstein liegenden Schichten hat Walcott nach nochmaliger eingehender Untersuchung dem Algonkian zugewiesen und die Grand Cañon-Gruppe in zwei Unterabteilungen, Chuar und Unkar, zerlegt, während die unterste Schicht als Wischungruppe, nach ihrem Zutagetreten am sogenannten „Wischun-Tempel" des Grand Cañon, bezeichnet wurde. Es ergibt sich demnach für den Grand Cañon folgendes Schema:

Hangendes:

Kambrium (Tonto-Sandstein) ca. 4500 *m*

Diskordanz.

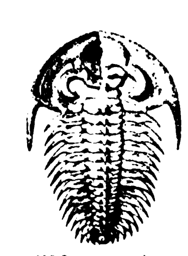
Algonkian: Gr. C.-Gruppe { Chuar ca. 1700 *m*, Unkar ca. 2300 *m* }

Große Diskordanz.

Liegendes:

Algonkian: Wischun-Gruppe ca. 350 *m*

In unmittelbarer Verbindung mit der Erforschung der ältesten Gesteine und Formationen steht die Frage, ob es in der archäischen Periode schon Lebewesen gegeben hat. In dieser Hinsicht bekommen wir erst im unteren Kambrium sichern Boden unter die Füße. Da ist das kambrische Meer reich bevölkert gewesen mit Spongien, Hydrozoen, Aktinozoen, Echinodermaten, Anneliden, Brachiopoden, Lamellibranchiaten, Gasteropoden, Pteropoden, Krustazeen und Trilobiten. Das weit verbreitete Vorkommen dieser Arten der „Olenellus-Fauna" legt die weitere Frage nahe, aus welchen niederen Formen sie sich entwickelt hat, wenn sie nicht als die älteste Fauna überhaupt zu gelten hat? Daß tatsächlich die Entwicklung der Lebewesen tiefer geht als bis in das untere Kambrium, haben die neueren Forschungen ergeben, die auch aus dem Algonkian Fossilien zu Tage brachten. So wurden in den Greysonschiefern der Beltserien von Montana und in der Chuargruppe des Grand Cañon außer deutlichen Kriechspuren von Anneliden (Ringelwürmern) auch Bruchstücke von Krustentieren gefunden (als Beltina Danai bezeichnet). Eine strengere Klassifikation dieser ältesten Lebewesen läßt sich noch nicht geben.


Rückenpanzer einer Olenellus-Art.

Bezüglich der Frage nach dem Ursprung jener Tiere im Algonkian stellt W. K. Brooks die Hypothese auf, daß die Meere des späteren Algonkian alle grundlegenden Tiertypen enthielten. Diese Wesen waren jedoch von weichem Körper und begannen erst im Früh-Kambrium harte Teile auszuscheiden. Nachdem diese Tiere das Ufer erreicht hatten, begann eine schnell fortschreitende Entwicklung im Kampfe ums Dasein, der die Bildung harter Teile nötig machte. Nach Daly waren die zur Bildung der Hartteile der Tierkörper nötigen Mengen von Kalk und Magnesia im Meerwasser erst in spät präkambrischer Zeit vorhanden. Vor dieser Zeit wurde aller Kalk und Magnesia aus organischem Ammoniumkarbonat niedergeschlagen, der nichts für die Tiere übrig ließ. Doch sind das nur Vermutungen, welche die Frage nach dem Ursprung des Lebens auf der Erde bis jetzt noch nicht zu lösen vermögen.

Eine Betrachtung der algonkischen Sedimente auf europäischem Boden liefert



eine Arbeit von J. Walther.*) Dem amerikanischen Algonkium entsprechende Schichten sind in Europa u. a. in Schottland und Norwegen gefunden worden, wo sie von Prof. Walther untersucht sind.

In Schottland wird das Algonkium durch die roten Torridonsandsteine gebildet. Diese früher zu dem viel jüngeren devonischen Old red gerechneten Sandsteine zeigen meist eine sehr unregelmäßige, oft ausgesprochen diagonale Schichtung, was nach Walther auf Dünenbildung deutet. Auf der Oberfläche der Sandsteinplatten sind vielfach Trockenrisse erkennbar, auch Wellenfurchen in Form der sogenannten Rippelmarken von beträchtlicher Größe, 10—25 Zentimeter hoch und bis zu 1 Meter breit, kommen vor. Während der Ablagerung dieser Schichten scheint ein Wüstenklima geherrscht zu haben, wofür nicht nur die blatternarbige Oberfläche vieler größerer Blöcke, sondern auch die Anwesenheit typischer Dreikanter in dem Torridonsandstein spricht. Diese Dreikanter schreibt man der Tätigkeit der Wüstenwinde zu.





Durch Windschliff entstandener Dreikanter.

Somit war Nordschottland in algonkischer Zeit ein gebirgiges Festland, dessen steil aufragende Felsbildungen, durch keine Pflanzendecke geschützt, dem zerstörenden Wirken der atmosphärischen Kräfte bald unterlagen. Große Schuttkegel und gewaltige Bergstürze glitten an steilen Böschungen talwärts, wurden von Regengüssen in den Senken ausgebreitet, zum Teil in vergänglichen Trockenseen, auf deren Boden geschichtete Tone abgelagert wurden; die groben und feinen Sande häufte der Sturm zu vergänglichen Sandhügeln oder wandernden Dünen auf. Da jedoch der wüstenartige Charakter jener Landschaft mit ihren starken Regenschauern und heftigen Stürmen von den klimatischen Verhältnissen der heutigen tropennahen Wüsten vielfach abweicht, so bezeichnet J. Walther sie als Urwüsten; sie verbanden vielleicht die Temperaturgegensätze der heutigen Wüsten mit den Regengüssen des Tropenlandes und den eisigen Stürmen des heutigen Polargebietes.

Nach ihrer Ablagerung wurden die algonkischen Schichten Nordschottlands durch Bewegungen der Erdrinde in flache Falten gelegt und gebrochen. Zugleich erfolgte eine tiefgreifende Abtragung, die vielfach das liegende Grundgebirge erreichte und die präalgonkische Landoberfläche wieder bloßlegte. Infolgedessen liegt jetzt die nächsthöhere Formation, das Kambrium, in ausgeprägter Diskordanz auf dem Torridonsandstein oder auf dem gefalteten Grundgebirge. Die Schichten unmittelbar über dem Torridonsandstein, die vielleicht noch dem Algonkium angehören, bergen die ersten Spuren organischen Lebens in Gestalt großer Wurmröhren, sowie von Trilobiten, Brachiopoden, Schnecken und anderen Tieren. Unter diesen Resten ist die noch lebende Schneckengattung Pleurotomaria in zwei Arten vertreten.

In Nordskandinavien wird das Algonkium durch die Sparagmitformation vertreten, die ebenfalls meist aus Sandstein und ähnlichen Trümmergesteinen besteht. Doch treten, besonders in der Mitte, auch mächtige Kalkschichten, der sogenannte Birikalk, darin auf. Letzterer erstreckt sich 250 Kilometer weit bei etwa 100 Kilometer Breite, deutet also auf ein sehr ausgedehntes Wasserbecken. Da er bis 170 Meter mächtig ist, muß seine Ablagerung beträchtliche Zeit beansprucht haben. Auch in der Sparagmitformation zeigt das Auftreten von Netzleisten, daß die Ablagerung in flachem Wasser entstand, so daß vorübergehend eine Trockenlegung erfolgen konnte, und indem die oben eintrocknende Schlammoberfläche vor ihrem völligen Festwerden durch einen starken Sturm vorwärts gedrängt und dabei in kurze Wellen gelegt wurde, entstanden auch Rippelmarken.

Auch in Böhmen, im Gebiet der Beraun liegen algonkische, einem präkambrischen Faltengebirge angehörende Schichten. Die niedrigen, von Melaphyrgängen durchsetzten Falten dieses Gebirges wurden durch Abtragung zu einer flachwelligen Landschaft umgestaltet, die später von jüngeren Gesteinen überlagert wurde. Doch auch diese sind wieder soweit abgetragen, daß die alten präkambrischen Geländeformen teilweise wieder zu Tage treten. Es finden sich hier unter den Gesteinsschichten solche, die typische Sparagmite darstellen, d. h. bald lockere, bald stahlhart verkittete Gemenge von kleinen, meist aber 1 Zentimeter großen, milchweißen Quarzgeröllen, zwischen denen größere Quarzgerölle, sowie Stückchen von Kieselschiefer und schwarzem Quarzit auftreten. Diese Schichten gehören noch einer Festlandsperiode an, die bis ins Unterkambrium anhielt. Dann überspülte das Meer Böhmen und brachte die reiche, durch Barrande bekannt gemachte Fauna mit sich. In der Übergangszeit zwischen den beiden Perioden hat sich ein merkwürdiges Konglomerat mit riesigen, bis 3 Meter im Durchmesser haltenden Blöcken gebildet, und dieses Konglomerat scheint glazialen Ursprungs zu sein, was nicht unwahrscheinlich ist, da man an verschiedenen Orten der Erde, in Norwegen, Kapland, China, Kanada, Anzeichen einer kambrischen Gletscherzeit gefunden hat. Wenn sich auch trotz langen Suchens keine Schliffe und Gletscherkritzen auffinden ließen, so könnte diese Schicht doch den Schutt schmelzender Eismassen darstellen, die ihre Steinfracht von weit her übers Meer trugen. Dafür spricht der Zustand eines in dieser Schicht gefundenen Trilobiten, der keine Spur von Abnützung oder Abrollung erkennen läßt.

Die Abgrenzung der algonkischen Formation nach oben ist wegen der Fossilienarmut dieser Schicht sehr schwierig und vielfach nur mittels petro-

*) Zeitschr. der Deutsch. Geol. Gesellsch., Bd. 61 (1909).

graphischer Merkmale, z. B. der eigentlichen Sparagmite, möglich. Diese entsprechen einem besonderen Klima, das anscheinend bis ins Unterkambrium geherrscht hat. Ferner ist bei der Abgrenzung des Algonkiums die Berücksichtigung der tektonischen Lagerungsformen von Nutzen. Im Coloradogebiete wie in Schottland lagert ihm das Kambrium diskordant auf, und ähnlich, wenn auch verwickelter, sind die Verhältnisse in Norwegen. In Deutschland ist die Abgrenzung sehr schwer, ja teilweise unmöglich. Manche der sogenannten kambrischen Schichten gehören hier dem Untersilur an, andere möglicherweise dem Algonkium.

In einer anderen Arbeit über die Wüsten der Urzeit*) führt Prof. J. Walther das oben Gesagte des näheren aus und schließt mit den Worten: „So bietet unsere heutige Erde nur an wenigen Stellen die seltsamen Klimaverhältnisse und lithogenetischen Umstände, welche in der Urzeit auf den meisten Landflächen herrschten: Wolkenbrüche und Schneestürme, starke Temperaturkontraste und durch sie gebildete mächtige Decken von lockerem Schuttboden, der nirgends durch Pflanzenwurzeln befestigt war. Vielleicht geben uns die Schilderungen Sven von Hedins aus den Wüsten Innerasiens eine Vorstellung jener uralten Zeiten. Er beschreibt uns, wie seine Kamele bis zum Hals im roten Schuttboden versanken, wie täglich Hagelstürme über die Hochebenen jagten, wie weite Sandfelder mit wandernden Dünen, gewaltige Flüsse mit verdunstendem Unterlauf, vergängliche oder wandernde Seen das unwirtliche Gelände charakterisierten. Hier, wo sich die klimatischen Verhältnisse des eisigen Polargebietes und der lebensfeindlichen Sahara vermählen, können wir uns ein schwaches Bild machen von den Umständen, unter denen in den Urwüsten der Urzeit Gebirge eingeebnet wurden und weite Senken im Schuttmeer ertranken.“ War das die Zeit des Bibelworts, da „die Erde wüste und leer“ war?

In aller Kürze seien einige das Klima der Urzeit betreffende Punkte berührt. Die Frage, ob es in der Jura- und Kreideformation schon Klimazonen gegeben habe, hat W. Gothan auf Grund paläobotanischer Befunde aufs neue untersucht und dahin beantwortet, daß seit der Juraformation sich zweifellos Klimazonen auf der Erde herausgebildet haben.**)

Ganz entschieden wendet sich auch E. Philippi***) gegen die ziemlich verbreitete, seiner Ansicht nach gänzlich unhaltbare Annahme, daß früher ein völlig gleichmäßiges Klima geherrscht habe. Infolge der Sonnenbestrahlung müsse es auf der Erde stets Klimazonen gegeben haben, nur die Unterschiede können geringer gewesen sein als jetzt. Es ist deshalb auch schwierig, sie nachzuweisen. In der Fauna werden sich Klimazonen leicht erkennen lassen, wenn in den erhaltenen Tierresten stenotherme Typen vorwiegen, d. h. solche, die nur geringen Wärmeunterschieden sich anpassen können, schwer dagegen, wenn eurytherme, gegen verschiedene Klimate wenig empfindliche Typen vorherrschen. Wie viel Vorsicht bei solchen Untersuchungen notwendig ist, zeigt die Juraflora. Nach den Pflanzenabdrücken könnte man auf ein völlig ausgeglichenes Klima schließen. Dagegen hat Gothan (s. oben) an jurassischen Hölzern in unseren Breiten Jahresringe nachgewiesen, die deutlich auf stark ausgeprägte Jahreszeiten und, da sie bei den Jurahölzern der Tropenzone fehlen, auch auf Klimazonen hinweisen.

Philippi nimmt an, daß für die geologischen Klimaschwankungen der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre zwar nicht ganz ohne Bedeutung ist, daß er an Wichtigkeit aber gegenüber anderen, bisher noch nicht genauer bekannten Ursachen zurücktritt. Die Wirkung der Kohlensäure läßt sich höchstens schätzen, nicht berechnen. Das von Frech behauptete Parallelgehen von starker vulkanischer Tätigkeit und warmem Klima läßt sich, wie Philippi im einzelnen ausführt, nicht nachweisen.

Die uns besser bekannten Eiszeiten treten demnach in Perioden auf, in denen der Vulkanismus zwar nicht einen Höhepunkt erreicht, aber doch recht rege ist. Ein Nachlassen der vulkanischen Kräfte bringt dagegen keine erkennbare Herabsetzung der Temperaturen an der Erdoberfläche hervor. Damit ist eine geringe Einwirkung der Kohlensäure auf die Klimabildung der Vorzeit nicht völlig ausgeschlossen. Die Erklärung der Eiszeiten durch die Hypothese einer Polverschiebung hält Philippi im Anschluß an Kokens Widerlegung für vollständig und endgültig abgetan. Er glaubt, daß die Klimaschwankungen der Vorzeit in erster Linie auf Änderungen der Mitteltemperaturen, als Folge von Variationen der Sonnenbestrahlung, zurückzuführen seien. Kann sein — kann auch nicht sein! Hier wird noch lange mit Vermutungen gestritten werden.

Einer der alten Kontinente, die in vergangenen geologischen Epochen die Verbindung zwischen den jetzt bestehenden Festländern herstellten und den Austausch von Tieren und Pflanzen ermöglichten, ist die sog. Archhelenis, welche im Mesozoikum eine Landbrücke zwischen Afrika und Südamerika bildete. Während die Geologen und Biogeographen in der Anerkennung ihrer Existenz ziemlich einig sind, herrschen über ihre Dauer noch Meinungsverschiedenheiten. Die einen lassen sie verhältnismäßig früh zusammenbrechen, die anderen bis ins Tertiär hinein bestehen. Einen Beweis für ihren Fortbestand glaubte v. Ihering darin zu finden, daß die Fauna des patagonischen Alttertiärs keinerlei Beziehungen zu Nordamerika zeigt, während zu Europa solche vorhanden sind. Erst in der Mitte der Tertiärzeit finden sich in Südamerika nordamerikanische Formen.

Aus ziemlich denselben Tatsachen ziehen aber zwei andere Forscher, A. E. Ortmann*) und E. Stromer,**) Schlüsse, die ungefähr das Gegenteil besagen. Nach ihren Untersuchungen muß die Trennung der beiden Kontinente am Anfange der Tertiärzeit, im Eozän, erfolgt sein; möglicherweise bestand die Archhelenis noch im Untereozän, was die tiergeographischen Beziehungen zwischen Südamerika und Afrika ausreichend erklären würde. Doch scheint

*) Naturw. Wochenschr., 9. Jahrg. (1910), Nr. 1.
**) Naturw. Wochenschr., 9 Jahrg. (1910), Nr. 11.
***) Neues Jahrb. f. Mineral. usw. Beilageband 29 (1910); Referat von Th. Arldt in Naturw. Rundsch., 25. Bd. (1910), Nr. 21.

*) Americ. Naturalist, vol. 44 (1910), p. 237.
**) Jahrb. der K. pr geol. Landesanst., Bd. 30 (1909), 1, S. 511.

die Verbindung schon damals schwer gangbar, vielleicht schon unterbrochen gewesen zu sein, da die im ältesten Tertiär Patagoniens entdeckte Tierwelt in Afrika keine Nachkommen hinterlassen hat.

Festlandgeschichten.

Die vielen neueren Entdeckungen geologischer und paläontologischer Natur in Afrika haben Dr. Ernst Stromer bewogen, in Kürze einiges über die geologische Geschichte des afrikanischen Festlandes und speziell über seine Rolle als Entstehungszentrum von Säugetieren mitzuteilen.*)

Afrika bildete nicht, wie Simroth in seinem großen Werke über die jetzt anscheinend allseitig zurückgewiesene Pendulationstheorie meint, einen fremdartigen Block unter den Kontinenten — es sollte das wohl besonders von Südafrika gelten. Es findet sich vielmehr hier wie in anderen Erdteilen marines (im Meere abgelagertes) Silur in der westlichen Sahara, marines Devon hier wie in Südafrika, marines Karbon im westlichen und östlichen Nordafrika und festländisches in Südafrika, und ebenso sind auch die übrigen Formationen entwickelt. Alle großen Faltungsbewegungen, die im Paläozoikum und im Tertiär Europa trafen, scheinen auch in Afrika ungefähr gleichzeitig eine Rolle gespielt zu haben. Jedoch erstreckte sich die tertiäre (alpine) Faltung nur auf die Atlasländer, während im ganzen östlichen Afrika von Ägypten bis zum Sambesi jungtertiäre Grabenbrüche eine außerordentliche Rolle gespielt haben. Altkristallinische Gesteine und versteinerungsarme Sandsteine sind in Afrika ähnlich wie in Brasilien sehr viel weiter verbreitet als in Europa. Auch ist seit der Steinkohlenformation der größte Teil des Kontinents, abweichend von Europa, speziell Südafrika und das tropische Zentralafrika, nicht mehr vom Meere überflutet oder gefaltet worden. Für die schon länger gehegte Annahme, daß vom Oberkarbon (obere Steinkohlenformation) an bis zum unteren Jura Afrika mit Südamerika, Madagaskar, Indien und vielleicht auch Australien zusammenhing, insbesondere dafür, daß dort im Perm, der über der Steinkohlenformation liegenden Schicht (Dyasformation), eine Eiszeit herrschte, sind neuerdings manche weitere Wahrscheinlichkeitsbeweise entdeckt worden.

In Ostafrika von Abessinien bis Kapland und in Madagaskar ist mariner mittlerer und oberer Jura und untere Kreide mit gut erhaltenen, genauer studierten Tierresten in immer weiterer Verbreitung nachgewiesen. Deshalb ist anzunehmen, daß im mittleren Mesozoikum der Indische Ozean hier in größerem Umfange als heute bestand, und daß die soeben erwähnte Landverbindung nach Indien und Australien, sowie zur Kreidezeit auch speziell die Verbindung zwischen Ostafrika und Madagaskar gelöst war.

Zur Zeit der oberen Kreide waren nicht nur Küstenstriche Ostafrikas und Madagaskars, sondern auch Niedergaineas von Kamerun bis anscheinend zum südlichen Deutsch-Südwestafrika vom Meere überflutet, und am Roten Meer, in Ägypten, der Libyschen Wüste, Tripolis, den Atlasländern sowie in der Sahara bis in die Nachbarschaft des Tsadsees flutete das breite Mittelmeer. Das auch in Europa so bedeutende Übergreifen des Meeres (Transgressionen) zur oberen Kreidezeit machte sich demnach auch in Afrika sehr stark geltend und ließ das Festland außerordentlich zusammenschrumpfen. Die noch neuerdings angenommene Verbindung von Südostafrika über Madagaskar nach Südindien, der sog. Kontinent Lemuria, erscheint nach dem Vergleich des Charakters und der Verbreitung der jungmesozoischen Meeresfaunen unhaltbar; auch ist es vom Standpunkte des Geologen aus ganz unsicher, ob eine geschlossene Festlandsbrücke von Westafrika nach Brasilien fortbestand.

Über die Verhältnisse auf dem damaligen afrikanischen Festlande ist sehr wenig bekannt. Der Fund des Ceratodus, eines nahen Verwandten des in der Trias ziemlich universell verbreiteten australischen Lungenfisches, in der mittleren Kreide der westlichen Sahara spricht für ein trockenes Klima, läßt sich also in Einklang bringen mit der Theorie Passarges, daß Afrika im jüngeren Mesozoikum von wiederholten Wüstenperioden heimgesucht war. Jener Fund stimmt auch, wie die Entdeckung sauropoder Dinosaurier**) in der oberen Kreide des südlichen Deutsch-Ostafrika, mit der vielfach bestätigten Tatsache überein, daß aussterbende Tierformen sich in den Südkontinenten länger als im Norden erhalten; denn Sauropoden wie auch Ceratodus finden sich in Europa wie auch anscheinend in Nordamerika nach der Jurazeit nicht mehr.

Ob Afrika zur Kreidezeit im Innern ein tropisch feuchtes oder, wie Passarge will, ein trockenes, wüstenartiges Klima besaß, ob es ferner damals Säugetiere in größerer Zahl und besserer Entfaltung beherbergte, als das immer wieder in Inseln zerteilte Europa und als Nordamerika: das wird sich erst sicher entscheiden lassen, wenn Afrikas Binnenablagerungen genauer durchforscht sein werden.

Sehr wichtige Fortschritte hat unsere Kenntnis der afrikanischen Tertiärzeit zu verzeichnen. Marines Alt- und Jungtertiär war schon aus Nord- und Ostafrika, sowie aus Madagaskar bekannt, die Straße von Mozambique scheint auch zur Alttertiärzeit bestanden zu haben, und es hat sich bestätigt, daß in Ägypten die obere marine Kreide im Gegensatz zu den europäischen Verhältnissen ohne scharfe Grenze in das Alttertiär übergeht. Jetzt sind tertiäre Ablagerungen auch in Westafrika und im Binnenlande entdeckt, nämlich marines Alttertiär (Eozän) an der Küste von Mossamedes bis Togo und von Senegambien bis zum Niger, ja auch am oberen Niger, östlich und nördlich davon. Da nun die allerdings noch wenig bekannten Faunen manche Beziehungen zu gleichaltrigen mittelmeerischen, sowie westeuropäischen zeigen, so ist für das Alttertiär eine freie westliche Meeresverbindung nach Norden anzunehmen, also eine Trennung von Südamerika (s. Schluß des vorigen Abschnitts über die Archhelenis). In Nordafrika scheint aber gegen Ende des

*) Naturw. Wochenschr., Bd. 9 (1910), Nr. 11.

**) Die Sauropoden, die erste Gruppe der Dinosaurier haben nahezu gleichlange Vorder- und Hinterbeine, so daß sie meist auf allen Vieren, und zwar auf der ganzen Sohle, gingen wie die Eidechsen.



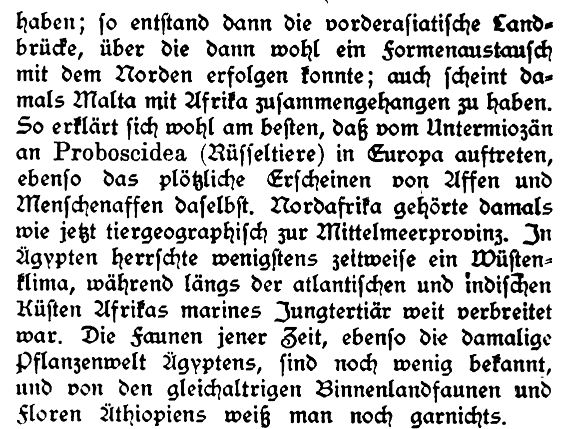
Alttertiärs das Festland sehr an Boden gewonnen zu haben, Tripolis und Fessan dürften seit der Kreidezeit überhaupt nicht mehr überflutet gewesen sein.

Mit der Ansicht von dem Aufhören der Verbindung zwischen Afrika und Südamerika im Alttertiär stimmt völlig überein, daß die im Obereozän und Unteroligozän des Fajum in Ägypten gefundenen Süßwasser- und Landbewohner bei genauerem Vergleichen fast keine nähere Verwandtschaft mit den gleichaltrigen Formen Patagoniens zeigen. Man fand hier nichts von den eigenartigen Huftieren, Nagern, Zahnarmen und Beuteltieren des tertiären Südamerika, und auch die Beziehungen zum Norden sind nicht enge, denn die dort so häufigen Unpaarhufer, Paarhufer und Raubtiere fehlen; nur Ancodus, ein schweineähnliches Tier, und Hyänodontidae, hyänenartig spezialisierte Urraubtiere, waren auch im Fajum häufig. Beide sind gegen Ende des Alttertiärs sehr weit verbreitet gewesen, und Verwandte des Ancodus fand man auch schon im Oligozän Spaniens, der Balearen, in Dalmatien und an den Dardanellen, also im Umkreise des Mittelmeeres, so daß sein Vorkommen in Nordafrika nicht verwunderlich erscheint.

Daneben beherbergte aber Afrika mehrere Verwandte der Klippdachse (Hyracoidea), die Ahnen der Mastodonten (Proboscidea) und in Arsinotherium wohl den letzten, seltsam spezialisierten Ausläufer der Amblypoden (sehr alte, völlig ausgestorbene Gruppe der Huftiere aus dem Eozän mit fünf Zehen an allen Füßen und mit vollständigem Gebiß). Auch die Vermutung Dr. Stromers, daß dort Vorläufer der Affen und Menschenaffen lebten, hat sich bestätigt. An Afrikas Küsten entfalteten sich schon im Mittel- und Obereozän Vorläufer der Zahnwale (Archaeoceti) und der Seekühe, die beide viel mehr primitiven Landsäugetieren glichen als die mittel- und jungtertiären und die gegenwärtigen Wale und Seekühe, in ganz besonderem Reichtum. Wahrscheinlich haben sie sich dort während der Eozänzeit aus primitiven Landsäugetieren entwickelt.

So erscheint also Afrika schon jetzt, so wenige Schichten auch bisher Reste geliefert haben, als ein ziemlich selbständiges Entstehungszentrum für Säugetiere im Alttertiär, vermutlich birgt der Boden noch weitere bisher unbekannte Säuger jener Periode. Das Vorkommen verschiedener Reptilien gleichzeitig oder nahezu gleichzeitig in Afrika einer-, Europa, Nordamerika und Südasien anderseits deutet auf manche geologisch nicht nachweisbare Verbindungen mit dem Norden hin. Was das alttertiäre Klima Afrikas anbelangt, so waren wenigstens in Ägypten Wälder weit verbreitet, und zwar mit Pflanzenformen, die auf ein tropisch feuchtes Klima hinweisen.

Da das Rote Meer anscheinend erst gleichzeitig mit den schon erwähnten Grabenbrüchen Ostafrikas entstanden ist, also wie das jetzige Niltal erst im Pliozän, so konnte Afrika bis dahin mit Arabien zusammenhängen, dessen Geologie leider erst in Anfängen bekannt ist. Das einst so große Mittelmeer scheint dort erst zur Miozänzeit seine bisherige Verbindung mit dem ostindischen Meere verloren zu



haben; so entstand dann die vorderasiatische Landbrücke, über die dann wohl ein Formenaustausch mit dem Norden erfolgen konnte; auch scheint damals Malta mit Afrika zusammengehangen zu haben. So erklärt sich wohl am besten, daß vom Untermiozän an Proboscidea (Rüsseltiere) in Europa auftreten, ebenso das plötzliche Erscheinen von Affen und Menschenaffen daselbst. Nordafrika gehörte damals wie jetzt tiergeographisch zur Mittelmeerprovinz. In Ägypten herrschte wenigstens zeitweise ein Wüstenklima, während längs der atlantischen und indischen Küsten Afrikas marines Jungtertiär weit verbreitet war. Die Faunen jener Zeit, ebenso die damalige Pflanzenwelt Ägyptens, sind noch wenig bekannt, und von den gleichaltrigen Binnenlandfaunen und Floren Äthiopiens weiß man noch garnichts.

Die Säugetier-Steppenfauna (Hipparion-Fauna), welche im Pliozän von Südosteuropa bis China verbreitet war und der jetzigen arabisch-äthiopischen Steppenfauna sehr ähnlich ist, scheint damals auch in Afrika gelebt zu haben; man kennt sie wenigstens aus dem nördlichen Afrika, das damals wahrscheinlich ein Steppenklima hatte. Auffallenderweise befinden sich darunter wie auch in der folgenden Diluvialfauna Reste von Kamelen, Tieren, die man im Altertum in Afrika nicht gekannt zu haben scheint.

Im Diluvium war die Fauna Nord- und anscheinend auch Südafrikas von der pliozänen wohl wenig verschieden. Es lebten z. B. hier wie in Südamerika, also in den Südkontinenten, die Mastodonten noch fort, während sie im Norden schon durch die Elefanten ersetzt waren. Die nordischen Formen Europas haben Afrika nicht erreicht. Die Eiszeiten haben sich aber auch hier geltend gemacht, allerdings nur auf den über 5000 Meter hohen isolierten Bergen Ost- und Zentralafrikas in Form von Vergletscherungen, sonst wohl nur in regenreichen Perioden. Noch im Diluvium scheinen übrigens im Norden wie im Süden der westlichen Sahara tiefe Meeresbuchten bestanden zu haben, in Ostafrika wechselnd Strandsenkungen und Hebungen.

Madagaskar, dessen Verhältnis zu Afrika auf Grund geologischer Befunde noch nicht klar zu stellen ist, besaß damals eine besonders reiche Fauna von Halbaffen und riesigen, flugunfähigen Vögeln, die neuerdings genauer untersucht worden sind (Dronte u. a.). Sie waren wohl auf die Insel beschränkt, und es ist kein Anlaß, der letzteren wegen antarktische Verbindungen anzunehmen, denn sie haben mit den flugunfähigen Vögeln Südamerikas und Neuseelands keine nähere Verwandtschaft.

Bestehen auch noch große Lücken in unserer Kenntnis der Geschichte des dunklen Kontinents, so sind doch die Grundzüge seiner Entwicklung festgelegt, und es ist die Annahme widerlegt, als sei der Hauptteil von Afrika für Geologen und besonders für Paläontologen uninteressant.

Die verhältnismäßig wenig bekannte geologische Entwicklung Australiens schildert ein genauer Kenner dieses Erdteils, H. Basedow,*) in einer Skizze, die genaue Aufschlüsse darüber liefert, wo und wie die einzelnen Formationen auftreten,

*) Zeitschr. d. D. Geol. Ges., Bd. 61 (1909); Referat von Dr. Th. Arldt in Naturw. Rundsch., XXV. Jahrg., Nr. 16.



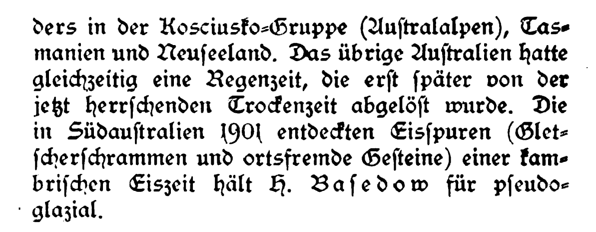
was für Schichten sie bilden und welche Versteinerungen sie einschließen. Daneben gibt er auch allgemeinere Ausführungen über die Ausbildung der einzelnen Formationen, welche wohl auf ein weitergehendes Interesse rechnen dürften.

Die Grundlage bilden in Australien präkambrische Schichten, die im ganzen Festlande verbreitet sind und überall in starker Faltung und Umwandlung erscheinen, ähnlich wie in Südafrika und Indien. Die jüngeren Formationen sind nicht so allgemein verbreitet. Das Kambrium durchzieht z. B. den Erdteil von Tasmanien nach Nordwesten. Merkwürdig ist das völlige Fehlen der mittleren Schichten der kambrischen Formation. Das Silur ist ähnlich wie in Skandinavien und Nordamerika in zwei verschiedenen Fazies entwickelt, auch die Fauna erinnert auffallend an die nordische. Trilobiten und andere Tiere müssen damals zu einem großen Teile kosmopolitisch verbreitet gewesen sein.

Wo das Devon auftritt, ist es marin entwickelt (eine Meeresbildung), bis auf die jüngsten, ohne scharfe Grenze ins Karbon übergehende Schichten. Im Karbon (Steinkohlenformation) liegt eine für Australien sehr scharfe Grenze, die man als Ende des Paläozoikums ansehen würde, wenn man bei der Einteilung der Formationen von Australien ausgegangen wäre.*) Das Oberkarbon war eine Zeit mächtiger Gebirgsfaltungen im Osten. Wie in dieser Zeit, so war auch in den folgenden Formationen bis zum Jura Australien hauptsächlich Festland, während Neukaledonien und Neuseeland marine Triasschichten besitzen. Aus dem Jura kennt man von Neusüdwales besonders Süßwasserfische und Pflanzen. In dieser Zeit erfolgten im Westen starke Einbrüche im Zusammenhang mit der Bildung des Indischen Ozeans.

In der Mitte der unteren Kreide überflutete eine große Transgression das ganze Innere des Kontinents, der dadurch die Form eines nach Norden offenen Hufeisens erhielt. Aus dem Binnenmeer ragten die alten Bergzüge als Inselgruppen hervor. In der oberen Kreide ging das Meer zurück; aber erst im Tertiär schnitt eine nördliche Landbrücke im Innern des Kontinents ein Binnenmeer ab, das durch die einmündenden Flüsse allmählich ausgesüßt wurde. Im jüngeren Tertiär hatte der Erdteil ziemlich seine jetzigen Umrisse, hing aber noch mit Neuguinea und Tasmanien zusammen. Ganz im Gegensatz zur Gegenwart herrschte ein feuchtes, regenreiches Klima, das einen üppigen Pflanzenwuchs und infolgedessen die Existenz riesiger Pflanzenfresser ermöglichte. Neuguinea trennte sich vielleicht am Ende der Tertiärzeit ab (Tasmanien noch später) und besitzt daher die gleiche Tierwelt wie das Festland. Das Aussterben der großen Beutelraubtiere Dasyurus und Thylacinus, die nur noch in Tasmanien leben, auf Australien erklärt sich daraus, daß der mit dem Menschen hier einziehende Dingo durch seine Überlegenheit im Nahrungskampf die Beutelraubtiere zum Verschwinden brachte.

Die quartäre (Diluvial-) Eiszeit hat in Australien nur wenige Spuren hinterlassen, beson-


ders in der Kosciusko-Gruppe (Australalpen), Tasmanien und Neuseeland. Das übrige Australien hatte gleichzeitig eine Regenzeit, die erst später von der jetzt herrschenden Trockenzeit abgelöst wurde. Die in Südaustralien 1901 entdeckten Eisspuren (Gletscherschrammen und ortsfremde Gesteine) einer kambrischen Eiszeit hält H. Basedow für pseudoglazial.

Die Diluvialeiszeit.

Die meisten Erörterungen über Ursache und Verlauf der diluvialen Eiszeit knüpfen an das „elende norddeutsche Diluvium" als das am gründlichsten erforschte und auch wohl interessanteste der Erde an. Prof. Dr. F. Wahnschaffe hat erst kürzlich wieder*) in allgemeinverständlicher Form eine knappe Darstellung der norddeutschen Eiszeit gegeben, eine Darstellung, welche die allgemein gültige und bekannteste Eiszeittheorie ausspricht. Daneben sind jedoch andere Theorien und Deutungen der vorgefundenen geologischen Verhältnisse entstanden, von denen uns hier zunächst die von Dr. Hans R. Schinz wiedergegebene Brockmannsche Auffassung über das Wesen der Eiszeit beschäftigen muß**).

H. Brockmann-Jerosch knüpft seine Erörterungen allerdings nicht an das norddeutsche, sondern an das alpine Diluvium an. Er kommt auf Grund diluvialer Pflanzenfunde und florengeschichtlicher Tatsachen zu dem Schluß, daß das Vordringen der Gletscher durch eine Vermehrung des Schneefalls bedingt sei, nicht durch Temperaturabnahme, welche die jährliche Schneemenge nicht mehr in gleichem Maße wie früher zum Schmelzen gebracht hätte.

Brockmann zeigte schon vor Jahren, daß sehr abgelegene Hochgebirgstäler, die für eine Pflanzeneinwanderung aus den äußeren Gebirgsketten her sehr ungünstig liegen, zu den an seltenen Alpenpflanzen reichsten der Schweizeralpen gehören. Nur dadurch, daß die hiesige Flora die letzte Eiszeit an Ort und Stelle überdauerte, kann man sich den Reichtum dieser Hochtäler an nordisch-alpinen und zugleich an einheimisch-alpinen Pflanzenarten erklären. Die beiden an seltenen alpinen Arten noch verhältnismäßig reichen Gebiete, das Oberengadin und die Walliser Alpen, bieten Überreste einer reicheren alpinen Flora der letzten Interglazialzeit dar, Pflanzen, die sich hier dank der günstigen orographischen und klimatischen Verhältnisse erhalten konnten, während sie in den nördlichen Gebieten durch die letzte Vergletscherung vernichtet wurden. Es hat also während der letzten (Würm-) Eiszeit kein Florenaustausch der Alpen mit der Arktis stattgefunden, die arktisch-alpinen Arten müssen schon im Innern der Alpen gewesen sein.

Daraus ergibt sich nun folgender sehr wichtiger Schluß: Wenn man die für ein Überdauern der Eiszeit seitens der Hochtalflora gegebenen Gründe anerkennt, so spricht dieses Überdauern für ein relativ mildes Klima zur Zeit der letzten

*) Nach der üblichen Einteilung liegt über dem Karbon in der paläozoischen Gruppe noch die Dyasformation (Rotliegendes und Zechstein).

*) „Die Eiszeit in Norddeutschland." Berlin 1910, R. Müllers Verlag.

**) Naturw. Wochenschr., IX. Jahrg. (1910), Nr. 25.



Vergletscherung, d. h. dafür, daß die letzte Eiszeit durch größere Niederschläge hervorgerufen wurde.

An der Hand einer neu entdeckten Fundstelle fossiler Pflanzenreste setzt *Brockmann* die Richtigkeit dieses Schlusses auseinander. Beim Bau des Rickentunnels ergab sich an der südlichen Zufahrtslinie bei Güntenstall, Kanton St. Gallen, ein etwa 80 Meter langer Einschnitt, der neue subfossile Pflanzenreste enthielt. *Brockmann* stellte fest, daß die Ablagerung dieser Schichten zu einer Zeit erfolgt sein muß, als der Gletscher noch in nächster Nähe stand. Die Ablagerung ist nach den geologischen Befunden eiszeitlich, sie entstand als Delta des diluvialen Kaltbrunner Dorfbaches. Von den Pflanzenfunden sind zu nennen: Die Eibe, die Tanne, die Fichte, Haselnuß, die Wintereiche, zwei Ahornarten (platanoides und pseudoplatanus), die Esche, zwei Linden (cordata und platyphyllos) und die Stecheiche (Ilex). Der Kaltbrunner Dorfbach war also ein Waldbach, und zwar ein Laubwaldbach. Die Stieleiche war der markanteste Baum, daneben Haselnußstrauch und Sommerlinde. Vereinzelt waren Edeltanne und selten Fichten eingestreut. Alle diese Arten leben heute noch, nur die Zusammensetzung der Bestände war damals eine andere: eine Anzahl Feuchtigkeit liebender Laubbäume herrschte vor, das Klima war also mehr ozeanisch. So entsteht folgender Schluß:

Die Eiszeiten sind in allererster Linie durch Erhöhung der Niederschläge in fester Form hervorgerufen. Während der ganzen Dauer einer Vergletscherung war die durchschnittliche Temperatur der heutigen sehr ähnlich, wenn nicht gleich.

Die interglaziale Vegetation verlangt keineswegs ein wärmeres Klima, als das heute herrschende, wohl aber läßt sich nachweisen, daß sie in einem ozeanischen Klima gedieh. Die fossile Vegetation von Güntenstall ist nichts anderes als die *Eichenperiode* der norwegischen Botaniker; sie ist also nicht nacheiszeitlichen Datums, sondern gehört den beiden letzten Eiszeiten selbst an.

Die Hypothese *Nathorsts* von der sog. Dryasflora*) als Zeugin einer beträchtlichen Temperaturverminderung im Glazial und einer deswegen herrschenden baumlosen Tundra wird von *Brockmann* bekämpft. Allen Dryasflora-Funden beigemischt findet sich eine andere wärmeliebende Beiflora, z. B. Laichkraut, Igelkolben, Tausendblatt, Bitterklee (Potamogeton, Sparganium, Myriophyllum, Menyanthes u. a.), Arten, die den heutigen durchschnittlichen Wärmeverhältnissen entsprechen. Wenn aber diese Arten schon in der Abschmelzungsregion der Gletscher vorkamen, so müssen die Wärmeverhältnisse nicht weit vom Eis entfernt sicherlich derartige gewesen sein, daß die heutige Flora existieren konnte. Die Dryasflora gibt uns kein Bild der allgemeinen Vegetation, sie ist nur die *Gürtelflora* der Gletscherenden, wie auch die Birken- und Espenflora, ferner die Kiefernflora. Das ist die *Brockmannsche* Theorie vom ozeanischen Klima des Diluviums; mit ihr steht ursächlich im Zusammenhange die Theorie, daß die Eisvorstöße durch größere Niederschlagsmengen bedingt waren, woraus wieder die Laubwaldflora der Glazial- und Interglazialzeiten zu erklären ist.

Noch weit ketzerischer gegen die geltende Eiszeittheorie geht in einer Arbeit über „Spuren der Eiszeit in Norddeutschland und Versuch ihrer Deutung" *H. Habenicht* vor,*) indem er an die südlich von den Endmoränen liegenden Geschiebe anknüpft.

Die geschlossene Eismasse der Diluvialgletscher bestand aus einzelnen, dicht aneinandergedrängten zungenartigen Streifen mit konvexen Stirnrändern oder Zungenspitzen; an ihnen erscheinen die Endmoränen in nach außen konvexen Bogenlinien, die der Stoßrichtung der Gletscher entsprechen, abgelagert. Ganz anders verläuft *die Südgrenze der nordischen Geschiebe*. Sie wird nach Aufgabe der Drifttheorie, welche schwimmende Eisberge als Transportmittel der Geschiebe annahm, jetzt allgemein als der Südrand der älteren, größeren nordischen Vereisung aufgefaßt, und scheinbar bleibt, nach Aufgabe der Hypothese einer Meeresbedeckung, keine andere Erklärung übrig, als daß die nordischen Getriebe durch Gletschertransport so weit südwärts verbreitet seien. Dazu kommt, daß man in der Tat einige alte Endmoränen und Gletscherschrammen mit entsprechender Stoßrichtung auf anstehenden Felsen nicht allzuweit nördlich von dieser Südgrenze aufgefunden hat. An der Geschiebegrenze selbst aber ist auffallenderweise in ihrer ganzen Ausdehnung durch Mittel- und Osteuropa keine Spur einer Endmoräne entdeckt worden. Auch einige andere Tatsachen lassen den ausschließlichen Transport der nordischen Geschiebe durch Gletscher zweifelhaft erscheinen. Da, wo die Geschiebegrenze am besten erforscht ist, in Sachsen und Schlesien, verläuft sie, im Gegensatz zu den norddeutschen Endmoränen, in Bogenlinien, deren konvexe Seiten nach Norden gerichtet sind; die Enden dieser Bogen dringen keilförmig tief in die vorhandenen Flußtäler ein. So würden etwa die Zungenspitzen von Gletschern liegen müssen, die von Süden nach Norden, also entgegengesetzt den skandinavischen, vorrückten.

Die Gletscher, welche für den Transport der nordischen Geschiebe nach Sachsen in Frage kämen, würden diejenigen sein, deren Rückzugsmoränen sich in der weiteren Umgebung von Leipzig erhalten haben. Diese südlichsten in Deutschland erhaltenen skandinavischen Endmoränen dokumentieren ihr hohes Alter gleich denen des Fläming, durch große Lückenhaftigkeit und Verschwommenheit; nur spärliche Reste zeugen noch von ihrer einstmaligen Größe. Wenn nun die Gletscher dieser Rückzugsmoränen die Transporteure der nordischen Geschiebe, z. B. in der Chemnitzer Gegend, gewesen wären, so wären diese Geschiebelehme älter als die Moränen bei Leipzig. Die verhältnismäßig gute Erhaltung dieses mittelsächsischen diluvialen Geschiebelehm-Mantels bekundet aber ein weit jugendlicheres Alter, als

*) Die Dryas oder Silberwurz (Dryas ortopetala) war, wie fossile Funde beweisen, während der Eiszeit durch ganz Norddeutschland verbreitet, jetzt nur in den Alpen bis 2400 Meter auf steinigem Ödland.

*) Gotha 1910, als Manuskr. gedruckt.

den Moränenresten bei Leipzig zukommt. Das Gleiche gilt von der Südgrenze der nordischen Geschiebe, die ganz scharf markiert ist. Unzweifelhaft ist die Verbreitung dieser Geschiebe zum weitaus größten Teil durch Gletscher erfolgt; aber für den letzten Transport bis an die äußerste Südgrenze scheint doch Wasser in Frage zu kommen. Gletscher müßten auf dem mittelsächsischen Granulit und Porphyr unbedingt Schrammen hinterlassen haben, wovon aber nichts bekannt geworden ist. Und eine Grundmoräne bildet auch nicht einen gleichmäßigen Lehmmantel im Hügelland.

Aber mit dieser Rückkehr zum Wassertransport will Habenicht keineswegs die Drifttheorie wieder aufleben lassen. Ein jahrtausendelang gleichbleibendes Meer müßte Uferspuren und Seetierreste hinterlassen haben, wovon keine Spur. Auch fluvioglaziale Kräfte können nicht in Betracht kommen, da Flüsse nicht bergauf laufen, ebensowenig eine nachträgliche beträchtliche Hebung des sächsischen Mittelgebirges gegenüber dem vorliegenden Flachland; die Erosions- und Alluvionsverhältnisse bekunden deutlich, daß die Gefälle der Flußtäler hier mindestens seit den ältesten Diluvialzeiten ungefähr dieselben waren wie heute.

Ferner: das Jungdiluvium Norddeutschlands, seine oberste, weit verbreitete geschlossene Bodendecke zeigt nicht die charakteristischen Merkmale einer Grundmoräne; wohl aber finden wir solche Merkmale auf der baltischen Seenplatte mit ihren zahlreichen Seen, Drumlins*) und stark kuppigen Landschaften. Südlich dieser baltischen Seenplatte hat es auch eine Gletscherbedeckung gegeben, die ursprünglich wohl denselben Landschaftscharakter hinterließ; aber mit dieser alten Grundmoräne ist nachträglich offenbar eine große Veränderung vorgegangen, die ihren Charakter stark verwischte: das ist die Überlagerung durch das Jungdiluvium.

All dies deutet auf eine große, springflutartige Überschwemmung, welche zwischen den beiden Eiszeiten stattfand. Vielleicht war es eine Erdbeben- oder Sturmflut, ähnlich, wie sie Ed. Sueß (Antlitz der Erde, Bd. I) für Mesopotamien annimmt, welche diese Gebiete nur auf kurze Zeit überschwemmte. Eine solche Überschwemmung würde mit sturmflutartiger Kraft und Geschwindigkeit die Grundmoräne der alten Eiszeit aufgewühlt, bis an ihre heutigen äußersten Grenzen transportiert und bei ruhigerem Zurückebben wieder abgesetzt haben. Eine solche Flut würde nicht nur den Tiefen und Höhen gleichmäßig bedeckenden Lehm- und Mergelmantel, sondern auch die gute Erhaltung der Reste vorweltlicher Tiere, ihr massenhaftes Vorkommen in Höhlen u. s. w. erklären. Diese Flut mußte sich beim Zurückebben in den Tiefländern stauen und dort das mächtigere geschichtete interglaziale Diluvium absetzen. Eine solche Flut erklärt am besten den annähernd in gleicher Höhe gelegenen Verlauf der Geschiebegrenze, sie konnte tief in die Flußtäler (z. B. der Gera bei Arnstadt, der Saale bei Saalfeld) eindringen und die Geschiebe der alten Grundmoräne dahin tragen.

Das Diluvium ist offenbar keine Grundmoräne, sondern ein Niederschlag von mechanisch in bewegtem Wasser getragenen Teilchen, ein Sediment, welches die Grundmoräne der älteren großen Eiszeit überlagert und umgeformt hat. Die Südgrenze der nordischen Geschiebe ist zugleich diejenige der letzten Diluvialflut.

Derartige große Fluten, vielleicht verursacht durch Aufsturz meteorischer Massen auf die Wasserflächen der Ozeane, sind auch von anderer Seite als Erklärung für die nachträgliche Verwischung ursprünglicher Züge der Erdoberfläche in Anspruch genommen, z. B. von Prof. Meydenbauer (s. Jahrb. V, S. 69). Durch die Diluvialsedimente wurden, wie Habenicht fortfährt, die alten Flußbetten stark verschlämmt, es entstanden zahlreiche große und kleine Seen, sowie breite Urströme, welche sich erst im Laufe von Jahrtausenden durch die Anschwemmungen der Zuflüsse und die Erosionen der Abflüsse auf ihre heutigen Betten reduzierten. Beim etappenweisen Rückzug der Gletscher der ersten oder großen Eiszeit bildeten sich aus deren Schmelzwässern noch breitere Urströme, die das Altalluvium absetzten. Diese große Ausdehnung des Weltmeeres und aller Binnengewässer mußte eine große Verbreitung maritimen Klimas zur Folge haben, und es liegt nahe, einen genetischen Zusammenhang zwischen diesem Pluvialklima und den Eiszeiten zu suchen. Die Verbreitung der heutigen Gletscher beweist schlagend, daß massenhafte Niederschläge, in den Gebirgen in Form von Schnee, die Grundbedingung ausgedehnter Gletscherbildung, trockenes Steppen- und Wüstenklima dagegen ihr größter Feind ist.

Nun zeugen weitverbreitete äolische (Löß-) Formationen und gleichaltrige Reste von Pflanzen und Tieren für ein ausgedehntes, lang anhaltendes Steppen- und Wüstenklima. Nach ihren Lagerungsverhältnissen stammen diese unter Vermittlung von Staubwinden erzeugten Absätze aus den vor- und zwischeneiszeitlichen Perioden. Wenn damals, woran nicht zu zweifeln ist, Mitteleuropa Steppen- und Wüstenklima hatte, so konnte der Atlantische Ozean nicht entfernt in seiner heutigen Ausdehnung bestehen, er mußte sich weit zurückgezogen haben, so weit, daß die tiefen unterseeischen Flußtäler, welche uns die Lotungen an den Rändern der Kontinentalsockel zeigen, sowohl auf der West- wie an der Ostseite des Atlantischen Ozeans, durch Festlandsflüsse ausgehöhlt werden konnten. Damals also lagen mindestens sehr große, heute von Flachsee bedeckte Teile der Kontinentalsockel trocken, und zwar lange Zeiträume hindurch, und während dieser großen Festlandsperioden wurde der Löß gebildet.

Die großen Schwankungen des Meeresspiegels, die sich während der Quartärzeit zweifellos vollzogen haben, sind wohl nur durch Hebungen und Senkungen der starren Erdrinde zu erklären. Beide beherrschten offenbar große Gebiete der Erde, die Hebungen erfolgten augenscheinlich langsam während großer Zeiträume, die Senkungen dagegen traten wahrscheinlich katastrophenartig auf, und das

*) Drumlins sind langgestreckte, flachgewölbte Hügel, die als unter dem Gletscher erfolgte Anhäufungen von Grundmoränenmaterial (Geschiebemergel) anzusehen sind; in Pommern z. B. zwischen Freienwalde und Naugard.

plötzliche Vordringen des Weltmeeres war die Folge einer solchen Senkung.

Zum Schluß gibt H. Habenicht eine chronologische Übersicht der hauptsächlichsten Perioden des Quartärzeitraumes mit ihren wichtigsten Erscheinungen und weist dabei die weitverbreitete Annahme von drei bis vier Eiszeiten für Norddeutschland ab, die wohl nur auf der Deutung des Diluviums als Grundmoräne beruhe. Die tatsächlichen Lagerungsverhältnisse deuten auf nur zwei Eiszeiten, zwei Diluvialüberschwemmungen und je eine Vor- und Zwischeneiszeit. Das untere oder Altdiluvium lagert in Norddeutschland auf dem Tertiär. Hiernach ergibt sich folgende Chronologie des norddeutschen und wahrscheinlich allen Quartärs der Erde:

1. Erste weitverbreitete Hebung der Erdrinde, große Ausbreitung der Kontinente, breite Landverbindung zwischen Europa und Nordamerika, Ausbreitung des Steppen- und Wüstenklimas, Bildung des unteren oder ältesten subaërischen Lösses und des untersten Diluvialsandes, Erosion der jetzt unterseeischen Flußtäler.

2. Erste ebenso weitverbreitete Senkung der Erdrinde, katastrophale Transgression (Erdbeben- oder Sturmflut) des Weltmeeres über den heutigen Flachseeboden, die heutigen Tief- und Hügelländer, Umwandlung des primären Lösses und Wüstensandes in Alt- oder Unterdiluvium, Absetzen des Altdiluviums bis an den Fuß der Alpen, besonders mächtig in den Tiefländern, wo sich die Flut beim Zurückebben bis an die heutigen Küstenebenen einige Zeit staute und das mächtige, geschichtete Altdiluvium absetzte. Infolge der weitverbreiteten Meeresbedeckung und Binnengewässer verbreitete sich fast allgemein maritimes Klima, welches wiederum die Ursache der ersten Eiszeit wurde. Das Altdiluvium enthält keine nordischen Geschiebe, weil ihm keine Eiszeit voranging, die vorletzte oder große Eiszeit war die erste. Hierauf weitestes Vordringen der Gletscher und Verbreitung der nordischen Geschiebe bis an die südlichsten Endmoränen (bei Leipzig u. s. w.).

3. Zweite große Hebung der Erdrinde, abermalige Landverbindung zwischen Europa und Nordamerika, etappenartiger Rückzug der ersten Eiszeit-Gletscher, wobei sich die durch das Altalluvium gekennzeichneten ersten oder großen Urströme bildeten. Zweite Steppen- und Wüstenperiode, zweites Austrocknen vieler Seen und Flußbetten, zweite Lößperiode, deren Reste heute noch in den echten Lößformationen zu erblicken sind, welche sich in Europa südlich der nordischen Geschiebe erhalten haben. Weitere Erosion der heute unter dem Meere liegenden Flußtäler.

4. Zweite allgemeine Senkung der Erdrinde, zweite Sturmflut des Weltmeeres bis an die heutige Südgrenze der nordischen Geschiebe, Absatz des jungdiluvialen Geschiebelehms und Mergels, während des Zurückebbens der Flut. Untergang der großen Landsäugetiere und Konservierung ihrer Reste, besonders in Höhlen. Untergang der Atlantis, Sintflut. Zweiter Hochwasserstand der Seen und Flüsse, zweite große Regenperiode und daher zweite Eiszeit, deren nordische Gletscher nur bis auf die baltische Seenplatte vordrangen, mit ihren gut erhaltenen Moränen. Zweite Umwandlung des (interglazialen) Lösses in Diluvium, Alluvium und Grund- bezw. Endmoränen. — Das vielfache Vorkommen von arktischen und tropischen, Meeres- und Steppentierresten, in einem und demselben geologischen Horizont untermengt, erklärt sich jetzt ganz ungezwungen: Die arktischen Tiere wurden von Norden beigeschwemmt, die tropischen oder Steppentiere an Ort und Stelle von der Flut begraben.

5. Rezente Periode bis zur Gegenwart. Letzte, dritte, ganz langsame Hebung des größten Teiles der Erdrinde, Bildung der heutigen Flußläufe mit ihrem Jungalluvium. Dritte Austrocknung der Kontinente, Sinken der Wasserstände von Flüssen und Seen durch Erosion und Alluvion, zweiter Rückzug der Gletscher, dritte Steppen- und Wüstenbildung in Innerasien und Innerafrika. Gegenwart.

In Zukunft ist nach Habenicht eine Fortsetzung der unter 5. geschilderten Erscheinungen zu erwarten. Bergrat Prof. Dr. G. Berendt, dem der Verfasser seine Theorie unterbreitet hat, erklärt, daß das von Habenicht entworfene Bild zwar in manchen Punkten Widerspruch hervorruft, aber mindestens in ebenso vielen Punkten große Wahrscheinlichkeit für sich hat und auch den Gegner zum Nachdenken anregen wird.

Auf gewisse Beziehungen zwischen Untergrund und Vereisung, die Otto Nordenskjöld in seinem Werke „Die Polarwelt und ihre Nachbarländer" aufgedeckt hat, verweist Dr. L. Müller*). Danach sollen die kristallinen Schiefer, Gneise und Granite der Ansammlung von Eis besonders günstig sein, Schichtgesteine sie beeinträchtigen. So wird in Grönland die Hauptmasse des Gesteinsgrundes aller bekannten Teile des Innern von der Gneisformation gebildet. Das auf der Nordseite des Scoresby-Sundes liegende Jameson-Land, durch das Liverpool-Alpenland von der Ostküste Grönlands getrennt, besteht dagegen aus versteinerungsreichen Juraschichten und trägt auf dem 5000 Quadratkilometer großen Areal keine Gletscher, sondern meistens grünende Heide, die Weide des Moschusochsen.

Unter den mannigfachen Landschaftsformen Spitzbergens ist das Tafelbergland im Innern der großen Fjorde durch geringe Eisbedeckung ausgezeichnet. Statt der harten, oft wild emporgerichteten Gesteinsarten der Umgebung finden wir hier lose Sandsteine in ungestörter Lage; alle Halden schimmern im Sommer von üppigem Pflanzenwuchs, und besonders unten in den Tälern findet man grünende Weiden, die das spitzbergische Renntier besonders liebt. Der Umstand, daß die Niederschläge in solchen von hohen Bergketten ganz oder teilweise abgeschlossenen Landstrichen weit geringer sind als außerhalb, reicht zur Erklärung nicht aus. Denn Nordenskjöld fand ähnliche Gegensätze auch in der Antarktis in der Gegend der König Oskar-Küste. Dort liegen im offenen Meere die beiden schmalen, langgestreckten Inseln Seymour und Snow Hill. Ihr südlicher Teil ist vollständig mit Eis bedeckt, das sich weit ins Meer hinauszieht. Dann aber hört

*) Naturw. Wochenschr., IX. Bd., Nr. 31.



das Eis auf einmal in scharfer Linie auf, und der nördliche Teil der beiden Inseln ist ganz frei von ewigem Eise. Der Berggrund besteht hier aus horizontal liegendem losem Sandstein aus der Kreide- und Tertiärzeit. Aus demselben Gestein besteht der südliche Teil der Inseln allerdings auch, und wenn hier der eigentliche Grund der Eisbefreiung auch unerklärt bleibt, so kann doch unbedenklich der Sonne und den Stürmen die Kraft zugeschrieben werden, das Tafelland nunmehr schneefrei zu erhalten.

In Nordamerika liegt der Herd der größten mittleren Vereisung der Eiszeit im Nordwesten der Hudsonbai, auf kristallinischem Untergrunde. Desgleichen wird das Ursprungsgebiet der finnisch-skandinavischen Binneneismassen der Eiszeit von granitisch-gneisigen Gesteinen gebildet. Wenn anderseits in Sibirien das Binneneis zur Eiszeit so spärlich ausgebildet worden ist, so glaubt Nordenskjöld dies neben dem kontinentalen, niederschlagsarmen Klima zugleich dem Fehlen größerer granitisch-kristallinischer Gebiete zuschreiben zu dürfen. Damit ist der tatsächliche Zusammenhang zwischen Untergrund und Vereisung wohl erbracht.

In die Verhältnisse der großen Eiszeit versetzt uns auch eine Arbeit von F. Solger, Studien über norddeutsche Inlanddünen.*) Während die Küstendünen allgemein bekannt sind, kennt man die in Deutschland vorkommenden Inlanddünen oft nicht einmal in ihrer nächsten Umgebung. Sie finden sich z. B. bei Groß-Schönebeck in der Schorfheide, im Eberswalder Tal, auf der Hochfläche des Barnim, bei Luckenwalde und Baruth, zwischen Warthe und Netze, in der Dresdener Heide u. s. w. und stellen Trümmer größerer Dünen dar, deren Hauptzüge aus den klimatischen Verhältnissen beim Abschmelzen des diluvialen Inlandeises zu erklären sind. Da viele von ihnen ringsum von Moor und Schlick umgeben sind, so müssen sie entstanden sein, bevor die Moore sich bildeten, also zu einer Zeit, da das Klima erheblich trockener als jetzt war. Da sie immer wieder in der gleichen Form, als Bogen- und Strichdünen auftreten, die ihre Formen dem Winde verdanken, so können sie weder von den örtlichen Geländeformen noch von Vegetationshindernissen abhängig sein, es muß für ihre Form ausschließlich die Windrichtung bestimmend gewesen sein.

Die steilen Böschungen der Dünen liegen jetzt nach Norden und Osten, entsprechend dem gegenwärtigen Vorherrschen der Südwestwinde. Die Grundrisse der Dünen aber entsprechen diesen nicht. Die Bogendünen besitzen westwärts gerichtete Ausläufer; die durch Übergangsformen mit ihnen verbundenen Walldünen verlaufen vorwiegend nordsüdlich und die Strichdünen von Ost nach West oder auch Ostsüdost nach Westnordwest. Diese Grundrisse zeigen, daß die Dünen durch Ostwinde angelegt worden sind, Winde, deren Ursache im nordischen Inlandeis zu suchen ist, über dem sich eine kalte Antizyklone bildete. So entstanden also diese Dünen als Wüstendünen mit steilen westlichen Böschungen. Sie wurden nach dem Zurückweichen des Eises durch die veränderten Winde teilweise umgelagert, doch ist die alte Anlage bisher nicht völlig verwischt worden. Eine Untersuchung des Sandes dieser Dünen bestätigt diese Entstehungsweise.

*) Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde; Bd. 19, Heft 1.

Vulkanismus und Erdbeben.

Nach der einer dänischen Zeitung im August 1910 zugegangenen Meldung aus Reykjavik befürchtet man auf Island einen Ausbruch des Vulkans Hekla. Die Isländer haben während des vergangenen Sommers festgestellt, daß der Schnee auf dem Berge plötzlich angefangen hat, zu verschwinden. Da der Sommer kalt gewesen ist, muß das Schmelzen auf die innere Wärme des Berges zurückgeführt werden, und dieses Schmelzen war von jeher das sichere Vorzeichen eines vulkanischen Ausbruchs. Aus der Krateröffnung steigt der Rauch mit außergewöhnlicher Stärke und Dichtigkeit, und ab und zu sind größere und kleinere Erderschütterungen wahrgenommen worden.

Es gibt auf der Erde wohl kaum eine zweite Insel, die so ausschließlich unter der Herrschaft des Gottes Vulkan stünde, wie Island, und deshalb sind die geschilderten Befürchtungen wohlberechtigt. Die Schichtgesteine der geologischen Formationen treten auf ihr ganz zurück vor den überaus massenhaften vulkanischen Ergüssen und Tuffbildungen. Die einzelnen Ablagerungen folgen in buntestem Wechsel aufeinander und haben sehr widersprechende Ansichten über die Gliederung der Vulkanablagerungen hervorgerufen. H. Spethmann,*) der den Aufbau der Insel Island auf einer Forschungsreise untersucht hat, unterscheidet zwei vulkanische Formationen, eine tertiäre und eine quartäre.

Die tertiäre vulkanische Formation, die fast überall den Untergrund bildet, besteht meistens aus basaltischen und doleritischen Gesteinen; sie verdanken ihre Entstehung teilweise vielleicht Spaltenergüssen, wie man solche gegenwärtig noch in Island beobachtet hat. Auch Tuffe und Asche spielen eine nicht unbedeutende Rolle, und das Ganze zeigt, daß es auch im Tertiär hier jedenfalls nicht an heftigen explosiven Vorgängen gefehlt hat. Zwischen diesen vulkanischen Bänken lagern Gesteine von Surturbrand, einem Lignit (Braunkohlenart), der aus subtropischen Holzgewächsen entstanden ist. Es handelt sich jedoch nur um örtlich beschränkte Vorkommen, und die Moorgebiete, in denen diese Vegetation gedieh, müssen schon nach kurzem Bestehen wieder von Lavaergüssen bedeckt worden sein.

Das genaue Alter dieser tertiären Schichten läßt sich nicht mit voller Gewißheit feststellen, manche Forscher schreiben sie besonders dem Miozän zu, und auch im Pliozän scheint die vulkanische Tätigkeit nicht geruht zu haben. Auch in den nächstgelegenen Landgebieten, Grönland, den Faröer, Schottland, Spitzbergen und Franz Josephland sind die Basaltmassen teilweise sehr verschiedenen Alters, gehen im Nordosten sogar bis ins Mesozoikum zurück. Daß diese Basaltgebiete früher in Zusammenhang ge-

*) Zentralbl. f. Mineral., Geol. u. Pal. 1909.

standen haben, hält H. Spethmann für wenig wahrscheinlich.

Zur vollen Entfaltung kam die vulkanische Tätigkeit Islands erst im Quartär. Zu ihm gehören viele Schichten der Palagonitformation,*) deren lockere Bestandteile nebst vielen anderen Tuffen bedeutender hervortreten als im Tertiär, wo sie vielleicht der Abtragung mehr zum Opfer gefallen sind. Auch Eiszeiten hat es auf Island gegeben, doch lassen sie sich noch nicht sicher abgrenzen und in Parallele mit den mitteleuropäischen stellen.

Seit dem Beginn des Tertiärs, so schließt H. Spethmann, vielleicht schon seit der oberen Kreide haben sich vulkanische Eruptionen verschiedener Natur in ununterbrochener Reihenfolge ereignet, denen sekundär Eiszeitablagerungen, Küstenabsätze, Süßwasserbildungen und Verwitterungsprodukte zwischengelagert sind. Bis jetzt hat sich nur eine Scheidung in die beiden großen Gruppen Tertiär und Quartär vornehmen lassen. Für einige wenige Punkte ist auch schon eine genauere Zerlegung in Unterabteilungen angängig, doch ist man noch weit davon entfernt, dies für die ganze Insel ausführen zu können.

Droht der Hekla bisher nur, so hat der Ätna im März 1910 durch einen gewaltigen Ausbruch gezeigt, daß seine uralten Kräfte noch lange nicht im Abnehmen begriffen sind. A. Ricco weist in einer Arbeit über die Ausbrüche des sizilischen Vulkanriesen in den letzten 40 Jahren auf einige Eigentümlichkeiten in den Eruptionsumständen hin.**) Danach hat jeder Ausbruch seit 1883 auf der Südseite des Berges stattgefunden. Der Ausbruch von 1883, dem mehrere starke Erdbeben voraus und zur Seite gingen, verursachte einen Radialbruch, der auf der Südseite vom Zentralkrater bis zu einer Höhe von 950 Meter verlief. Aber die Eruption mißlang, sie dauerte nur drei Tage und bildete sehr kleine Krater und unbedeutende Lavaströme.

Der Ausbruch 1886 fand auf der Bruchspalte von 1883 statt, bildete einen großen Krater ohne vorhergehendes stärkeres Beben, jedoch wurde eine große Menge Lava während der 20tägigen Eruption ausgestoßen. Die Eruption von 1892, angekündigt und begleitet von einigen schwachen Stößen, bildete auf derselben Spalte vier große und einige kleinere Krater, brachte noch mehr Lava zu Tage, als der Ausbruch 1886, und dauerte sechs Monate. Während dieser zwei Eruptionen schien die Lava einen gebahnten Weg gefunden zu haben, da ihr Ausfluß leicht von statten ging.



Ätnaeruption am 4. April 1910.

Während des Aprils 1908 fand ein von mehreren leichten Erdbeben begleiteter Ausbruch am Ostabhange beim Valle del Bove statt, es wurden jedoch keine erheblichen Krater gebildet, wenig Lava ausgestoßen und die Störung dauerte kaum 24 Stunden. Augenscheinlich war auch dies eine mißlungene Eruption, wahrscheinlich deshalb, weil sie keine freie Öffnung für das Ausstoßen der Lava vorfand, da sie nicht auf dem Bruch von 1883 vor sich ging. Die Eruption von 1910 benützte wieder denselben Radialbruch wie die anderen.

Betrachten wir die seit 1883 vorgekommenen Seitenausbrüche im Hinblick auf die Durchschnittshöhe der Ausbruchsstellen, so ergibt sich folgendes Bild:

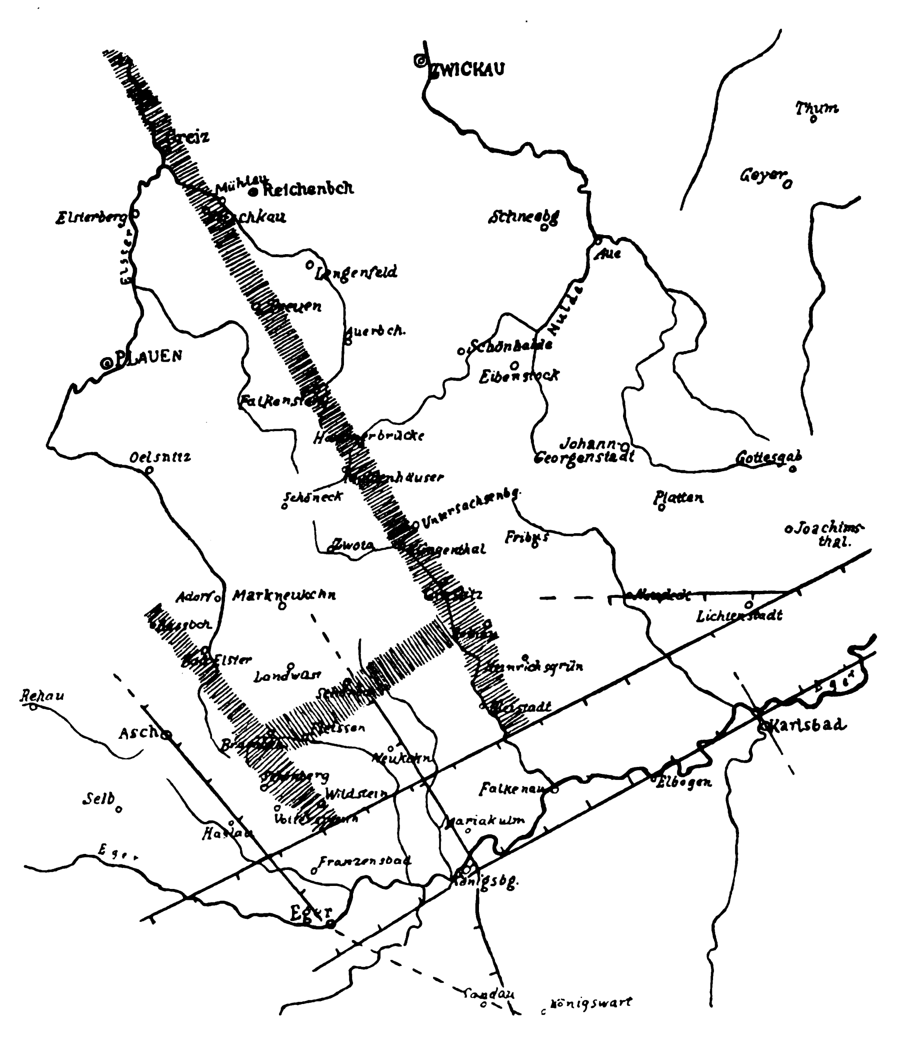
Ausbruch	1883	Höhe	1050 *m*	
„	1886	„	1450 *m*	Differenz 400 *m*
„	1892	„	1850 *m*	„ 400 *m*
„	1910	„	2175 *m*	„ 325 *m*.

Dies legt die Vermutung nahe, daß aufeinanderfolgende Eruptionen dieselbe Bruchspalte benützen,

*) Palagonittuff ist eine zuerst bei Palagonia auf Sizilien gefundene Tuffart mit Brocken eines gelben bis braunen Basaltglases, des Palagonits.

**) Nature, vol. 83, Nr. 2118.

jede aber höher als die vorhergehende. Das erklärt sich leicht daraus, daß die Lava einer Eruption beim Heraus- und Abwärtsfließen die Spalte in ihrem tieferen Teile verstopft und verklebt und nur weiter aufwärts eine Öffnung läßt, wo dann der folgende Ausfluß leichter von statten geht.



Schütterzonen und Bruchlinien im Vogtland.

Bei dem neuen Ausbruch von 1910 bildete sich in der Frühe des 23. März ein breiter Bruch von fast 2 Kilometer Länge zwischen 1950 und 2400 Meter Höhe und auf der alten Bruchspalte von 1883. Auf dem neuen Bruch befanden sich eine große Anzahl Krater, die Lava, Bomben, glühende Lapilli, Wolken von Dampf und Dunst ausstießen. Nachdem die Lava anfangs in dünnem Strom aus dem obersten Teile geflossen war, fand später der Hauptausbruch aus den tiefer gelegenen Kratern statt, aus denen ein richtiger Strom von fünf Meter Breite in reißender Schnelligkeit südwärts floß. Als er die Ostseite des Monte Faggi, zwei Kilometer von den Kratern entfernt, erreicht und einen Engpaß zwischen diesem Berge und der ersten Lava von 1892 gefunden hatte, bildete er eine prächtige Feuerkaskade von 10 Meter Breite und 20 Meter Fallhöhe. Ständig sich verbreiternd floß der Strom um manche Hindernisse südwärts, stellenweise 1/2 bis 1 Kilometer breit und von wechselnder Höhe. Am 6. April erreichte die Lava ihren tiefsten Punkt bei Cisterna della Regina, 10 Kilometer von den neuen Kratern. Aber erst am 20. April, also nach 29tägiger Dauer, hörte mit dem Abfließen der Lava aus den höheren Kratern die Eruption völlig auf. Das durch den Ausbruch der Lavamassen verursachte Getöse war so entsetzlich, daß Prof. Ricco, der Leiter des Ätnaobservatoriums, seinen Posten schon am 2. April verlassen mußte, um bei klarem Verstande zu bleiben.

Zu den uralten, bis auf den heutigen Tag nicht zur Ruhe gekommenen Erdbebengebieten gehört das vogtländisch-sächsische Schüttergebiet, aus dem die Quellen von etwa 35 Beben in der Zeit von 1552 bis 1856 berichten; seit dieser Zeit haben mindestens noch 20 zum Teil ganz erhebliche Beben stattgefunden, über deren eines aus dem Jahre 1908 hier schon berichtet worden ist (Jahrb. VII, S. 67).

Dr. F. Meinecke hat diese Erdbeben zum Ge-



genstande einer Arbeit gemacht, welche die Beziehungen des Bebengebietes zum Bau des Untergrundes untersucht.*) Es zeigt sich, daß das südliche Vogtland, das Ausgangsgebiet aller dieser Erschütterungen, ein *chronisches Schüttergebiet mit zwei selbständigen Erdbebenherden* ist: Graslitz-Untersachsenberg und Brambach-Schönberg. Die beiden Herde oder Epizentren verhalten sich im allgemeinen *unabhängig voneinander*, wobei in der Regel der Graslitzer Herd mit häufigeren und kräftigeren Stößen die größere Energie entfaltet. Zuweilen dauerte jedoch diese Unabhängigkeit nur so lange, wie von Graslitz schwache Stöße ausgingen; die stärkeren Stöße lösten dann auch vom Brambacher Herd ausgehende Erschütterungen aus, so daß beide Schüttergebiete zu einem verschmolzen.

Von den Epizentren Graslitz und Brambach gehen verschiedene *Schütterzonen* aus. Eine verbindet die Gegend von Graslitz-Roschau mit dem Gebiete von Brambach-Schönberg; sie verläuft also von Südwest nach Nordost. An sie schließen sich zwei nach Nordwest streichende Schütterzonen; die eine verläuft von Wildstein über Brambach nach Asch, Bad Elster und Roßbach, die andere von Bleistadt über Graslitz, Untersachsenberg und mit geringerer Intensität über Falkenstein, Auerbach bis jenseits Greiz. Die Erschütterungen sind demnach an mehrere zu einander senkrechte Linien gebunden, ein Umstand, der die Frage nach etwaigen Beziehungen zu den tektonischen Linien nahelegt, die den Gebirgsbau dieses Gebietes bedingen.

Das Vogtland liegt in dem Winkel zwischen dem Erzgebirge und dem Thüringer Wald nebst dessen südöstlicher Fortsetzung, dem Frankenwald und Fichtelgebirge. Mit Ausnahme des eigentlichen Thüringer Waldes sind diese Gebiete Teile eines karbonischen Faltungsgebirges, dessen eng zusammengestaute Falten am Schlusse der paläozoischen Zeit und bis ins Mesozoikum hinein zu einem Rumpfgebirge abgetragen wurden. Später wurde nach einer Zeit verhältnismäßiger Ruhe dieses Gebiet am Ende der Kreidezeit und in der Tertiärzeit durch große Bruchlinien in Schollen zerlegt. Zunächst wurde das Erzgebirge und sein böhmisches Vorland, damals noch von zusammenhängenden oligozänen Ablagerungen bedeckt, zu einer flachen Falte aufgewölbt. Während das Erzgebirge nach einem vielgebrauchten Vergleich wie eine aufgeklappte Falltür stehen blieb, sank Böhmen längs des erzgebirgischen Abbruchs in die Tiefe; am tiefsten sank zwischen der erzgebirgischen und böhmischen Scholle der schmale Grabenbruch der Egersenke ein; Staffelbrüche mildern das allzu schroffe Abbrechen der gesunkenen Teile.

Ferner entstanden die großen Verwerfungen, die senkrecht zu diesen Brüchen in herzynischer (Südost-Nordwest-) Richtung verlaufen: die bedeutende Bruchlinie, die, bei Regensburg beginnend, sich 500 Kilometer weit verfolgen läßt, den Südrand des Böhmisch-Bayrischen und des Thüringer Waldes bildet und am Teutoburger Walde endet. Parallel dazu verläuft die *Böhmerwald-Dislokation*, die, aus der Gegend von Tachau herkommend, sich bei Königswart teilt (s. Karte). Außer diesen und anderen großen Störungen sind noch manche andere herzynisch streichende Spalten und Verwerfungen vorhanden, z. B. die Karlsbader Quellenspalte, auf der die bekannten heißen Quellen auftreten; sie sind aber meist von untergeordneter Bedeutung.

Eine Folge der tertiärzeitlichen Gebirgsbewegungen waren die großen vulkanischen Ausbrüche, die an den Grabenbruch der Egersenke geknüpft sind und hauptsächlich in das jüngere Oligozän und das Miozän fallen. Heute ist die vulkanische Tätigkeit so gut wie erloschen; nur die heißen Quellen des Egerlandes sind ihre letzten Spuren. Es ist gänzlich ausgeschlossen, daß die vogtländischen Erdbeben durch vulkanische Kräfte veranlaßt werden.

Dagegen bestehen offenbar enge Beziehungen zwischen den Schütterzonen und den tektonischen Linien des Vogtlandes und seiner Umgebung. Die nordöstlich gerichtete Schütterzone Brambach-Graslitz läuft dem erzgebirgischen Abbruch parallel, fällt aber nicht mit ihm zusammen, sondern vielleicht mit einem Staffelbruch. Ein solcher verläuft ja auch von Lichtenstadt über Neudeck nach Graslitz. Die anderen nordwestlich gerichteten Schütterzonen verlaufen parallel der die Orte Eger-Asch verbindenden Böhmerwalddislokation.

Aus dieser Tatsache ergibt sich, daß die *vogtländischen Erdbebenschwärme tektonische Beben* sind und als die letzten schwachen Äußerungen der gebirgsbildenden Kräfte zu betrachten sind, die zur Entstehung der großen, Nordböhmen, das Erzgebirge und die Nachbargebiete durchsetzenden Bruchlinie führten. Im übrigen hat der geologische Aufbau auf die Ausbreitung der Erdbebenwellen keinen *wesentlichen* Einfluß ausgeübt, da sie sich durch Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Karbon, Rotliegendes und über die lockeren Ablagerungen der böhmischen Braunkohlenformation fortpflanzen. Nur ein gewisser *örtlicher* Einfluß ließ sich bei rasch wechselnder geologischer Zusammensetzung des Untergrundes, beim Auftreten größerer Bruchlinien, bei rasch sich änderndem Streichen der Schichten durch Ablenkungen der Bebenwellen und durch örtliche Steigerung oder Abschwächung ihrer Äußerungen an der Oberfläche feststellen.

Die Erschütterungen zeigen ferner eine eigentümliche Abhängigkeit von bestimmten Jahres- und Tageszeiten, derart, daß die meisten auf die winterliche Jahreshälfte und auf die Zeit zwischen 8 Uhr abends und 8 Uhr morgens fallen. Doch ist die Ursache dieser auffallenden Abhängigkeit vorläufig völlig in Dunkel gehüllt.

Im Anschluß an eine im vorigen Jahrbuch (VIII, S. 70) erwähnten Ansicht *Schaffers*, daß sich zwischen dem 40. Grad nördlicher und südlicher Breite ein Erdbebengürtel um die Erde zieht, ist die Hypothese von den *Westwanderungen der Erdbeben* von Bedeutung. Eine Tendenz zur Westwanderung der Beben ist schon mehrfach festgestellt; H. *Wehner**) hat auf Grund eines reichen

*) Naturw. Wochenschr, 9. Bd. (1910), Nr. 23.

*) Physik. Zeitschr., Jahrg. X (1909), S. 962.

Tatsachenmaterials dieser Annahme eine feste Grundlage zu geben versucht.

Mit Hilfe der Hypothese, daß der Erdkern, etwas langsamer rotierend als die Erdrinde, unter dieser westwärts wandere und dabei die Erdbebenerscheinungen veranlasse, kommt Wehner zu folgenden Schlüssen. Die scheinbare Sprunghaftigkeit der Erdbeben beruht auf Täuschung, bei näherem Eingehen auf die zugehörigen Umstände läßt sich eine allgemeine Grundregel für das Herannahen von Katastrophengefahr aufstellen. Die Anregung zur Tätigkeit sowohl in den einzelnen Erdbebengebieten wie der vulkanischen Tätigkeit der mit Auswurfsstellen besetzten Landschaften schreitet von Osten nach Westen in stets beibehaltener geographischer Breite, jedoch im Längenwechsel, so fort, daß die Westwanderung 22′41·345″ pro Jahr beträgt. Dieser Wert entspricht genau der Länge der erdmagnetischen Doppelperiode, wonach alle säkularen Variationen, z. B. die Deklination der Magnetnadel, immer nach dem Verlauf von 952 Jahren eine volle Amplitude vollführt haben.

Ein Beispiel möge dies erläutern: Wenn irgendwo, z. B. unter 38° nördl. Breite und 28° 40′ östl. von Greenwich, also im Marmarameere, im Jahre 1855 ein Erdbeben auftrat, dann muß dieses Vorkommens halber eine nach Westen zu auf gleicher Breite befindliche, gleicherweise leicht erschütterbare Gegend nach Ablauf des oben genannten Wanderungsmaßes gleichfalls ein stärkeres Beben erleiden. Eine solche Gegend ist der Golf von Neapel; er liegt $14^1/_2{}^0$ westlich vom Marmarameere, und man hätte dort nach Ablauf der entsprechenden Zeit von 38 Jahren, also 1893, die damals dort tatsächlich eingetretene Erdbebenbewegung ohne weiteres erwarten können, weil man eine solche im Jahre 1855 in Konstantinopel tatsächlich schon erlebt hatte.

Einige auf Grund der vorliegenden Studien im engeren Kreise angegebene Voraussagen haben, wie Wehner bemerkt, zum Teil ihre Bestätigung gefunden. Gegenwärtig besteht u. a. gesteigerte Erdbebengefahr für die Gegenden des Vivarais (St. Etienne) und des Hérault in Frankreich, für Mazedonien mit Chalkidike, die Terra d'Otranto mit Lecce und Tarent, für Zypern und für Dschidschelli mit dem südwärts gelegenen Landstrich in Algier.

Zur Erklärung dieser Westwanderung nimmt Wehner also an, daß die starre Erdkruste über dem nichtflüssigen, vielmehr körperhaft zu denkenden Hauptteile, dem Erdkern, mit einer etwas größeren, während der Abkühlung erworbenen Geschwindigkeit rotiere, ihm also voraneile, derart, daß jedesmal in 952 Jahren die Schale eine volle Rotation mehr vollführt hat als der Kern. Gewisse Unebenheiten auf der Außenseite des starren Erdkerns, seine Runzeln oder Gebirge, würden alsdann beim Herannahen an Verwerfungen, Brüche und Gräben der Rinde die Ursache der vulkanischen und seismischen Aktivierung, „wachsender Seismizität", werden, indem die den Kern von der Rinde trennende flüssige Lava-Zwischenschicht, dem gesteigerten spezifischen Drucke ausweichend, die dem Kern gegenüber schwächeren Rindenteile in die Höhe hebt und zum Bersten bringt. Bei Gegenwart von viel Wasser würden dann in der Regel vulkanische Ausbrüche, andernfalls nur Erschütterungen ohne Ausbrüche erfolgen.

Stoffe und Energien.

(Physik, Chemie und Mineralogie.)

Elektrizität und Materie. * Die Radiumforschung. * Aus der chemischen Werkstatt. * Das Wesen der Metalle und Kaustobiolithe.

Elektrizität und Materie.

In sehr anschaulicher und allgemein verständlicher Weise hat sich der große englische Physiker J. J. Thomson*) in einer Rede vor der British Association for the Advancement of Science, im August 1909 zu Winnipeg in Kanada gehalten, über einige neuere Fortschritte der Physik und die dadurch herbeigeführten neuen Vorstellungen von den physikalischen Vorgängen ausgesprochen. Die Schnelligkeit dieser Fortschritte ist der Entdeckung der Röntgenstrahlen zu verdanken. Eine überraschende Entdeckung wie diejenige dieser Strahlen wirkt wie die Entdeckung von Gold in einer spärlich bevölkerten Gegend; sie zieht Arbeiter an, die zunächst wegen des Goldes kommen, die aber bald finden, daß die Gegend noch andere Produkte, noch andere Reize besitzt, die vielleicht wertvoller sind als das Gold. Die Gegend, in der das Gold der Röntgenstrahlen entdeckt wurde, war der Abschnitt der Physik, der sich mit der Entladung der Elektrizität durch Gase beschäftigt, einem Gegenstande, der fast seit dem Beginn der Elektrizitätslehre einige begeisterte Forscher angezogen hat, die überzeugt waren, daß der Schlüssel zur Enthüllung des Geheimnisses der Elektrizität in einer Vakuumröhre gefunden werden müsse.

Röntgen zeigte 1895, daß, wenn Elektrizität durch eine solche Röhre hindurchgeht, die Röhre Strahlen aussendet, welche für gewöhnliches Licht undurchlässige Körper durchdringen, z. B. durch das Fleisch des Körpers hindurchgehen und den Schatten der Knochen auf einen passenden Schirm werfen. Der Zauber dieser Entdeckung zog viele Physiker an und führte zu großen Verbesserungen der bei diesen Untersuchungen verwendeten Instrumente. Aber nicht in der Fähigkeit, dunkle Orte zu sondieren, liegt hauptsächlich der Einfluß der Röntgenstrahlen auf den Fortschritt der Wissen-

*) Naturw. Rundsch., 25. Jahrg. (1910), Nr. 3–5.



schaft, sondern darin, daß diese Strahlen die Gase und auch feste und flüssige Körper, durch die sie hindurchgehen, zu Elektrizitätsleitern machen.

Das Studium der den Röntgenstrahlen ausgesetzten Gase hat in diesen Gasen die Anwesenheit von Teilchen enthüllt, die mit Elektrizität geladen sind; einige dieser Teilchen sind mit positiver, andere mit negativer Elektrizität geladen. Die Eigenschaften dieser Teilchen sind untersucht worden; wir kennen die Ladung, die sie tragen, die Geschwindigkeit, mit der sie sich unter Einfluß elektrischer Kraft bewegen, und die Schnelligkeit, mit der sich entgegengesetzt geladene wieder vereinigen. Diese Untersuchungen haben neues Licht geworfen nicht nur auf die Elektrizität, sondern auch auf die Struktur der Materie.

Schon in Helmholtz' Vorstellung waren die Belege zu Gunsten der molekularen Beschaffenheit der Elektrizität stärker als die zu Gunsten der Molekularkonstitution der Materie. Weit stärker noch sind diese Beweise jetzt, wo wir die Ladung der Einheit gemessen und wo wir gefunden haben, daß sie stets die gleiche ist, gleichviel, welcher Elektrizitätsquelle sie entstammt. Ja, die Molekulartheorie der Materie ist sogar der Molekulartheorie der Elektrizität verpflichtet für die genaueste Bestimmung ihrer Fundamentalquantität, der Zahl von Molekülen in einer gegebenen Menge elementarer Substanz.

Elektrische Methoden sind für das Studium der Eigenschaften der Materie so vorteilhaft, weil ein elektrisiertes Teilchen sehr leicht festgestellt oder identifiziert werden kann, während ein ungeladenes Molekül leicht entschlüpft und wir diese Moleküle nur entdecken können, wenn sie in ungeheurer Anzahl anwesend sind. Eine sehr einfache Rechnung kann den Unterschied in unserer Fähigkeit, elektrisierte und nicht elektrisierte Moleküle zu entdecken, erläutern. Die kleinste Menge unelektrisierter Materie, die jemals entdeckt worden, ist die des Neon, eines der inaktiven Gase der Atmosphäre. Prof. Struht hat gezeigt, daß die Menge Neon, die in $^1/_{20}$ Kubikzentimeter der Luft bei gewöhnlichem Druck enthalten ist, durch das Spektroskop nachgewiesen werden kann. Nach W. Ramsays Schätzung beträgt der Neongehalt der Luft nur 1 Teil Neon in 100 000 Teilen Luft, so daß das Neon in $^1/_{20}$ Kubikzentimeter Luft nur ein Volumen von $^1/_2$ Milliontel Kubikzentimeter einnehmen würde. So ausgedrückt, scheint die Menge ungewöhnlich klein; aber dieses kleine Volumen enthält etwa 10 Billionen Moleküle! Nun wird die Bevölkerung der Erde auf etwa 1500 Millionen geschätzt, so daß die kleinste Zahl von Neonmolekülen, die wir indentifizieren können, 7000mal so groß ist, wie die Bevölkerung der Erde. Mit anderen Worten: Hätten wir für die Existenz eines Menschen kein besseres Reagens (Nachweismittel), als für die eines nichtelektrisierten Moleküls, so würden wir zu dem Schluß kommen, daß die Erde unbewohnt sei. Mit der elektrischen Methode, besser noch mit der Wolkenmethode von C. T. R. Wilson können wir die Anwesenheit von vier geladenen Teilchen in einem Kubikzentimeter entdecken. Rutherford hat gezeigt, daß wir die Anwesenheit eines einzigen α-Teilchens nachweisen können. Nun ist das α-Teilchen ein geladenes Heliumatom; von nicht geladenen Atomen dieser Art würde mehr als eine Billion erforderlich sein, bevor wir im stande wären, sie nachzuweisen. Erst wenn wir eine Kenntnis von der innersten Struktur der Elektrizität erhalten haben, werden wir zu einem entsprechenden Grade von Sicherheit über die Struktur der Materie gelangen.

In der Erkenntnis der Struktur der Elektrizität sind schon beträchtliche Fortschritte zu verzeichnen. Vor einiger Zeit haben wir die Struktur der negativen Elektrizität kennen gelernt; sie ist eine sehr interessante. Demnach besteht die negative Elektrizität aus Einheiten, die sämtlich von derselben Art sind; diese Einheiten sind ungemein klein, selbst mit dem kleinsten Atom verglichen, denn die Masse dieser Einheit ist nur $^1/_{1700}$ der Masse eines Wasserstoffatoms; ihr Halbmesser beträgt nur 10^{-13} Zentimeter.*) Diese Einheiten oder „Korpuskeln" können von allen Substanzen erhalten werden; ihre Größe gehört einer ganz anderen Skala an, als die der Atome. Das Volumen eines Korpuskels steht zu dem eines Atoms etwa in demselben Verhältnis wie das eines Staubteilchens zu dem Volumen des Vortragssaales. Unter geeigneten Umständen bewegen die Korpuskeln der negativen Elektrizität sich mit enormen Geschwindigkeiten, die in manchen Fällen der Lichtgeschwindigkeit nahe kommen.

Die Entdeckung der Korpuskeln ist ein interessantes Beispiel der Art und Weise, wie die Natur Fragen beantwortet, die der Mathematiker ihr stellt. Einige Jahre vor ihrer Entdeckung wurde durch eine mathematische Untersuchung gezeigt, daß die Masse eines Körpers durch eine Aufladung von Elektrizität vergrößert werden muß. Diese Zunahme ist jedoch größer für kleine Körper als für große, und selbst Körper von der Kleinheit der Atome sind hoffnungslos zu groß, um eine merkliche Wirkung zu geben; so schien das Resultat allein auf dem Papier zu stehen. Da wurden nach einiger Zeit die Korpuskeln entdeckt, und diese sind so viel kleiner als das Atom, daß die Massenzunahme infolge der Ladung nicht nur merklich wird, sondern so groß, daß die ganze Masse des Korpuskels von seiner Ladung herrührt, wie die Versuche von Kaufmann und Bücherer gezeigt haben.

Gilt nun Ähnliches wie für die negative auch für die positive Elektrizität? Können wir z. B. aus dem Sauerstoff eine positive Einheit derselben Art erhalten wie die vom Wasserstoff erhaltene? Thomson glaubt, daß die Beweise zu Gunsten der Ansicht lauten, daß wir es können, obwohl die Natur der Einheit der positiven Elektrizität den Beweis viel schwieriger macht, als für die negative Einheit.

Zunächst zeigt sich, daß die positiven Teilchen, die von Dr. Goldstein entdeckten „Kanalstrahlen", bei sehr niedrigem Druck dieselben sind, welches Gas auch anfangs in dem Gefäße gewesen sein mag. Wenn wir das Gas auspumpen, bis der Druck zu niedrig ist, um die elektrische Entladung durchzulassen, dann eine kleine Menge Gas ein

*) 10^{-13}, d. h. $1 : 10^{13}$ = 1 dividiert durch eine Zahl, die aus einer Eins mit dreizehn Nullen besteht.

führen und die Entladung wieder beginnen, so sind die positiven Teilchen dieselben, gleichviel, welche Art von Gas man neu eingeführt hat.

Prof. Thomsons eigene, sowie einige jüngst von Wellisch ausgeführte Versuche stützen stark die Anschauung, daß es eine bestimmte Einheit positiver Elektrizität gibt, unabhängig von dem Gase, aus dem sie stammt. Die Experimente führten zu dem Schluß, daß das Atom der verschiedenen chemischen Elemente Einheiten sowohl positiver wie negativer Elektrizität enthalte, und daß die positive Elektrizität wie die negative Elektrizität eine molekulare Struktur besitze.

Die Untersuchungen, welche über die Einheit der positiven Elektrizität angestellt sind, zeigen, daß sie ganz anderer Art ist, als die Einheit der negativen: die Masse der negativen Einheit ist ungemein klein im Vergleich zu irgend einem Atom; hingegen sind die einzigen bis jetzt ermittelten positiven Einheiten an Masse völlig vergleichbar der Masse eines Wasserstoffatoms; faktisch scheinen sie ihm gleich. Dies macht allerdings die Gewißheit, wirklich die Einheit der positiven Elektrizität entdeckt zu haben, etwas schwankend; sie könnte ja auch ein viel kleinerer Körper sein, der den zufällig im Gefäß anwesenden Wasserstoffatomen anhaftet. Wenn die positiven Einheiten eine viel größere Masse besitzen als die negativen, so dürften sie, gleiche Geschwindigkeiten beider vorausgesetzt, nicht so leicht durch magnetische Kräfte abgelenkt werden, und im allgemeinen ist auch die Unempfindlichkeit der positiven Teilchen gegen den Einfluß eines Magneten sehr ausgesprochen. Allerdings gibt es Fälle, in denen die positiven Teilchen viel leichter abgelenkt werden, und diese Fälle wurden gedeutet als Beweise für die Existenz positiver Einheiten, die an Masse den negativen nahestünden. Thomson hat jedoch gefunden, daß in diesen Fällen die positiven Teilchen sich sehr langsam bewegen, und daß ihre leichtere Ablenkbarkeit von ihrer geringen Geschwindigkeit, nicht von der Kleinheit der Masse herrührt. Jedenfalls haben die kleinsten positiven elektrisierten Teilchen, von denen wir direkte experimentelle Belege besitzen, Massen, die der Masse eines Wasserstoffatoms vergleichbar sind.

Eine Kenntnis von der Masse und Größe der beiden Elektrizitätseinheiten, der positiven und der negativen, würde uns das Material zum Aufbau einer sogenannten Molekulartheorie der Elektrizität liefern und würde ein Ausgangspunkt für eine Theorie der Struktur der Materie sein. Denn die natürlichste Ansicht wäre die provisorische Hypothese, daß die Materie eben eine Sammlung von positiven und negativen Elektrizitätseinheiten ist, und daß die Kräfte, welche die Atome und Moleküle zusammenhalten, sowie die Eigenschaften, die eine Art Materie von einer anderen unterscheiden, sämtlich ihren Ursprung in den elektrischen Kräften haben, die ausgeübt werden von positiven und negativen Elektrizitätseinheiten, deren Gruppierung in den Atomen der verschiedenen Elemente eine verschiedene ist.

Da die Einheiten der positiven und negativen Elektrizität anscheinend von sehr verschiedener Größe sind, so ist die Materie als ein Gemisch aufzufassen, das Systeme von sehr verschiedenen Typen enthält. Der eine Typus entspricht dem kleinen Korpuskel, der andere der großen positiven Einheit.

Da die mit einer bestimmten Ladung verknüpfte Energie um so größer ist, je kleiner der Körper, auf dem die Ladung konzentriert ist, so wird die in den negativen Korpuskeln aufgespeicherte Energie viel größer als die von den positiven aufgespeicherte sein. Von der Menge Energie, die in der gewöhnlichen Materie in Form elektrostatischer potentieller Energie in ihren Korpuskeln aufgespeichert ist, versucht Prof. Thomson eine allgemeine Vorstellung zu geben. Da alle Substanzen Korpuskeln ausgeben, so können wir annehmen, daß jedes Atom einer Substanz mindestens ein Korpuskel enthält. Aus der Größe und der Ladung des Korpuskels, die beide bekannt sind, finden wir, daß jedes Korpuskel 8×10^{-7} Erg*) Energie besitzt. Nun sind in 1 Gramm Wasserstoff etwa 6×10^{23} Atome, so daß, wenn in jedem Atom nur ein Korpuskel ist, die von den Korpuskeln herrührende Energie in 1 Gramm Wasserstoff $= 48 \times 10^{16}$ Erg oder $= 11 \times 10^{9}$ Kalorien sein würde. Dies ist mehr als siebenmal die Wärme, die von 1 Gramm Radium entwickelt wird, oder als die beim Verbrennen von 5 Tonnen Kohle entwickelte. So enthält also selbst die gewöhnliche Materie enorme Vorräte von Energie. Diese wird glücklicherweise von den Korpuskeln fest gebunden gehalten; wenn zu einer Zeit ein merklicher Bruchteil frei würde, würde die Erde explodieren und sich in einen Gasnebel verwandeln.

Von der bisher besprochenen Materie, dem Material, das die Sonne, die Erde und die Sterne aufbaut und der Gegenstand des Studiums der Chemiker ist, wendet sich Prof. Thomson dem Äther zu, der das ganze Universum erfüllenden Substanz, in dessen großem Ozean die Materie nur winzige Inseln bildet. Da seine Betrachtungen hierüber von dem Thema „Elektrizität und Materie" zu weit abführen, sei auf den Vortrag selbst verwiesen. Hier sei noch über einige Arbeiten berichtet, die sich mit der Feststellung der kleinsten Mengen der Materie beschäftigen.

Eine neue theoretische Methode zur Bestimmung des elektrischen Elementarquantums und des Halbmessers des Wasserstoffatoms schildert eine Arbeit von E. Haas, deren Ergebnisse hier kurz angeführt seien.**) Vorausgeschickt sei, daß nach der gegenwärtig ziemlich allgemein angenommenen Hypothese J. J. Thomsons ein Atom aus einer gleichmäßig dichten Kugel von positiver Elektrizität besteht, und daß innerhalb dieser Kugel eine Anzahl negativer Elektronen kreisförmige Bahnen um den Mittelpunkt der Kugel beschreiben. Die algebraische Summe der positiven und der negativen Elektrizität soll stets Null betragen; das Wasserstoffatom als das einfachste aller Atome soll nur ein einziges Elektron besitzen.

*) Erg ist die von einer Dyne zur Fortbewegung der Masse von 1 Gramm über 1 Zentimeter verrichtete Arbeit; eine Dyne ist die Kraft, die 1 Gramm in 1 Sekunde die Endgeschwindigkeit von 1 Zentim. (oder die Beschleunigung 1) erteilt.

**) Physikal. Zeitschr., XI. Jahrg. (1910), Nr. 12; Sitzungsberichte der kais. Akad. der Wissensch. Wien, März 1910.



Das Wasserstoffatom eignet sich deshalb am besten zur Berechnung der oben genannten Werte.

Nach A. E. Haas' Methode ergibt sich als genauer Wert für den Halbmesser des Wasserstoffatoms $1{\cdot}8 \times 10^{-8}$ Zentimeter, und als genauer Wert des elektrischen Elementarquantums, des Elektrons, $3{\cdot}18 \times 10^{-10}$ elektrostatische Einheiten. Der letztere Wert stimmt sehr gut mit demjenigen überein, den Wilson auf Grund genauester direkter Messungen für das elektrische Elementarquantum berechnete ($3{\cdot}1 \times 10^{-10}$) und der sich auch ergibt, wenn man die sogen. Faradaysche Konstante, d. h. die von 1 Gramm Wasserstoff bei der Elektrolyse transportierte Elektrizitätsmenge, mit der ihrem Betrage nach aus der kinetischen Gastheorie bekannten Masse eines Wasserstoffions multipliziert.

Unter Benutzung der beiden obigen Werte erhält man schließlich für die Masse des Elektrons den Wert $5{\cdot}68 \times 10^{-28}$ Gramm und für die Masse des Wasserstoffatoms den Wert $1{\cdot}10 \times 10^{-24}$ Gramm.

Mit der Bestimmung der kleinsten Elektrizitätsmenge hat sich auch Dr. F. Ehrenhaft beschäftigt, wobei er zu dem Ergebnis gelangt ist, daß es Elektrizitätsmengen gibt, welche die Ladung des einwertigen Wasserstoff-Jons oder Elektrons zu unterschreiten scheinen.*) Die von ihm ursprünglich angewandte Methode zur Bestimmung des elektrischen Elementarquantums, durch welche an im galvanischen Lichtbogen zerstäubten Edelmetallen eine mittlere Ladung von $4{\cdot}6 \times 10^{-10}$ absoluten elektrostatischen Einheitsmengen, also die Ladung des einwertigen Jons, nachgewiesen wurde, ist erheblich verfeinert worden, so daß es gelang, die Ladung jedes einzelnen dieser bereits an der Grenze der Sichtbarkeit befindlichen Partikeln zu ermitteln.

Es wurde dazu die Richtung des elektrischen Feldes mit der Richtung des Gravitationsfeldes der Erdschwere in Koinzidenz (Zusammenfallen) gebracht. Durch mikroskopische Beobachtung kann sodann die Fallgeschwindigkeit für jedes Einzelteilchen unter dem Einfluß der Erdschwere sowie dann stets an demselben Teilchen die Geschwindigkeit gemessen werden, mit der es elektrisch geladen von dem hiezu eingeschalteten Felde geeigneter Spannung entgegen der Erdschwere gehoben wird. Die zu diesen Versuchen benutzten Edelmetalle Platin, Gold und Silber kondensieren nach Verdampfen in ihrem galvanischen Lichtbogen in atmosphärischer Luft in einem Zustande, der dem kolloidalen ähnlich ist; die Teilchen weichen, soweit das Mikroskop Aufschluß gibt, von der Kugelform nicht ab.

In etwa 500 Messungen wurden Ladung und Größe jeder einzelnen Metallpartikel bestimmt und danach festgestellt, daß es höchstwahrscheinlich in der Natur Elektrizitätsmengen gibt, welche die bisher als kleinst und unteilbar gedachte Ladung des Elektrons oder einwertigen Wasserstoffions unterschreiten. Mit aller Zurückhaltung eines endgültigen Urteils möchte Dr. Ehrenhaft meinen, daß, wenn ein unteilbares Elektrizitätsatom vorhanden ist, dieses scheinbar kleiner als 1×10^{-10} absolute elektrostatische Einheiten sein müßte.

*) Akad. Anzeiger der kais. Akad. der Wissensch. Wien, Math.-nat. Klasse 1909, Nr. 7, 1910, Nr. 10 u. 15.

Wenn sich nicht noch kleinere Ladungen nachweisen lassen werden, die man als sichergestellt betrachten kann, so könnte man den Wert des einwertigen Wasserstoffions, der in der Natur tatsächlich häufig vorzukommen scheint, als aus einer Häufung von Subelektronen sich zusammengesetzt denken. Die Messungen am Silber bestätigen die bereits am Platin gesammelten Erfahrungen, auch hier konnten Werte gemessen werden, die die Größenordnung 10^{-10} absolute elektrostatische Einheiten zu unterschreiten schienen. Am auffälligsten sind die Ergebnisse der Messungen beim Golde. Der kleinste bisher gemessene Goldwert schien eine Ladung in der Größenordnung von 5×10^{-10} absolute elektrostatische Einheiten zu tragen, also kaum etwas mehr als den zehnten Teil der Ladung des bisher als kleinst gedachten Wasserstoffions.

Dr. Ehrenhaft schließt aus seinen Untersuchungen also, daß es in der Natur außer den bereits bekannten Ladungen um die als ein- und mehrwertigen Jonen bekannten Größen, noch andere Ladungswerte zwischen diesen gibt und überdies Elektrizitätsmengen, die nur einen Bruchteil der bisher als unteilbar gedachten Elektronenladung zu tragen scheinen. Es hat nach seiner Untersuchung den Anschein, als ob ein unteilbares Elektrizitätsatom von der Größenordnung 10^{-10} absolute elektrostatische Einheiten in der Natur als nicht bestehend anzunehmen sei.

Die Radiumforschung.

Wird schon der Mann der Wissenschaft fasziniert von dem Gedanken, welche ungeheuren Mengen Energie selbst in der gewöhnlichen Materie schlummern, so kann man es dem Dichter nicht verdenken, wenn er sich angesichts eines so wunderbaren Stoffes, wie das Radium es ist, den ausschweifendsten Träumen der Phantasie hingibt. Die Erde wird durchgehends eine andere Nuance erhalten! Aber es ist bezeichnend, daß die Träume des Dichters durch die Berechnungen, die der Physiker hintennach anstellt, nicht nur nicht widerlegt, sondern sogar noch bestätigt und übertroffen werden.

Dr. Karl Kurz*) hat in einem Vortrag über den „Radiumwert in der Natur" dargelegt, welche riesigen Energiemengen das Radium entsendet, und die Frage aufgeworfen, ob und wie diese Energiemengen im praktischen Leben zu verwerten sind. Dadurch, daß die mit enormen Geschwindigkeiten in die Welt hinausrasenden Radiumstrahlen beim Durchgang durch die Materie gebremst und ihre kinetische Energie in Wärme umgewandelt wird, repräsentiert das Radium eine Wärmequelle, die ohne unser Zutun ständig pro Zeiteinheit eine gewisse Energiemenge in Form von Wärme zu liefern im stande ist. Die von 1 Gramm Radium stündlich ausgestrahlte Wärmemenge beträgt 118 Grammkalorien, d. h. so viel Wärme wie nötig ist, um 118 Gramm Wasser von

*) Verlag der Ärztlichen Rundsch., München 1910.

0 Grad zum Sieden zu bringen. Benutzt man Kohle zu dem Zwecke, so ist sie nach dem Prozeß verschwunden. Das Gramm Radium dagegen liefert diese Energie Stunde für Stunde, bis zum Ende eines Menschenlebens und darüber hinaus.

Die Erdkugel enthält eine Radiummenge von rund 25.000 Millionen Tonnen. Für die hieraus hervorgehenden Energiemengen ein vergleichbares Maß zu finden, ist schwierig. Zieht man nur die von der **Emanation** des Radiums abgegebene Energiemenge in Betracht, so ergibt sich, daß die von dieser Emanation ständig ausgestrahlte Energie gleich der von etwa drei Billionen, also drei Millionen Millionen Bogenlampen zu setzen wäre.

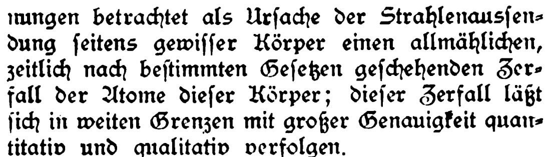
Ein einfacheres Beispiel gestattet uns, einen Überblick zu gewinnen, wie weit für die Praxis eine Anwendung möglich ist:

1 Gramm Radium, das pro Stunde 118 Grammkalorien entwickelt, gibt bis zu seinem vollständigen Verschwinden rund 2500 Millionen Grammkalorien. 1 Gramm Uran gibt dann bis zum völligen Verschwinden rund 3000 Millionen Grammkalorien ab. 1 Gramm Kohle entwickelt bei vollständigem Verbrennen etwa 7700 Grammkalorien. Demnach ist 1 Gramm Uran hinsichtlich der in ihm aufgespeicherten Energiemenge $= \frac{3,000,000.000}{7700} =$ etwa 400.000 Gramm = 400 Kilogramm = 8 Zentner Kohle. Rechnen wir, daß ein kleinerer Haushalt jährlich etwa 100 Zentner Kohle verbraucht, so wäre diese durch $12\frac{1}{2}$ Gramm Uran zu ersetzen.

Schon heute produziert ein einziges Bergwerk in Cornwall Jahr für Jahr 10 Tonnen Uranerz. Ein Hundertstel davon würde ausreichen, eine Großstadt wie München für das ganze Jahr mit Energie für Heizzwecke zu versorgen. Die Tonne Uran kostet zurzeit in England etwa 40.000 Mark. Betrachtet man den Energiewert dieser Substanz im Vergleiche zu dem der Kohle, so ergibt sich folgendes: **Die 100 Zentner Kohle unseres Haushalts kosten zurzeit etwa 180 Mark; die $12\frac{1}{2}$ Gramm** Uran, die denselben Energiewert enthalten, haben an der Quelle in England einen Kaufwert von 0·30 Mark. Das heißt also: **die Energiemenge, die wir in Kohlen mit 180 Mark bezahlen, können wir schon heute im Uran kaufen für 50 Pfennige. Der ganze Haushalt würde für sein Heizmaterial jährlich also nur 50 Pfennige auszugeben brauchen,** wenn — ja wenn wir erst gelernt hätten, den im Radiumvorrat der Natur geborgenen Energievorrat für alle möglichen Zwecke des praktischen Lebens, der Industrie u. s. w. zu verwenden.

Dazu fehlt uns augenblicklich noch völlig der Schlüssel, und wir sehen uns deshalb genötigt, unsere Radiumbetrachtungen auf das nicht anergiebige, aber lange nicht so lukrative Feld der Theorie einzuschränken.

Über die **radioaktiven Umwandlungen**, wie sie sich nach den Forschungen der letzten Zeit darstellen, berichtet in einem ausführlichen Referat Prof. Dr. A. **Becker**.*) Die von **Rutherford** aufgestellte Theorie der radioaktiven Erschei-



nungen betrachtet als Ursache der Strahlenaussendung seitens gewisser Körper einen allmählichen, zeitlich nach bestimmten Gesetzen geschehenden Zerfall der Atome dieser Körper; dieser Zerfall läßt sich in weiten Grenzen mit großer Genauigkeit quantitativ und qualitativ verfolgen.

Nach weiteren Untersuchungen bewirkt dieser radioaktive Zerfall die Bildung einer Reihe von zeitlich aufeinander folgenden Umwandlungsprodukten, deren wesentliches Charakteristikum in erster Linie eine fest bestimmte Zerfallsgeschwindigkeit ist, mit der sie sich in neue Formen der Materie umwandeln. Diese Formen können im übrigen in physikalischer und chemischer Hinsicht gänzlich verschiedene Eigenschaften besitzen und sich in dieser Beziehung nicht näher stehen, als die verschiedenen Elemente der Chemie. Es steht also nichts im Wege, sie als Elemente anzusprechen, wenn es auch wegen der Geringfügigkeit der auftretenden Mengen nur in den allerwenigsten Fällen möglich ist, die eigentlichen physikalischen Charakteristika eines chemischen Elements, Atomgewicht und Spektrum, festzustellen. Es bestehen eine Anzahl Methoden, welche die genaue Erkennung der verschiedenen radioaktiven Zerfallsprodukte ermöglichen. Wir übergehen sie hier und wenden uns diesen Zerfallsprodukten selbst zu.

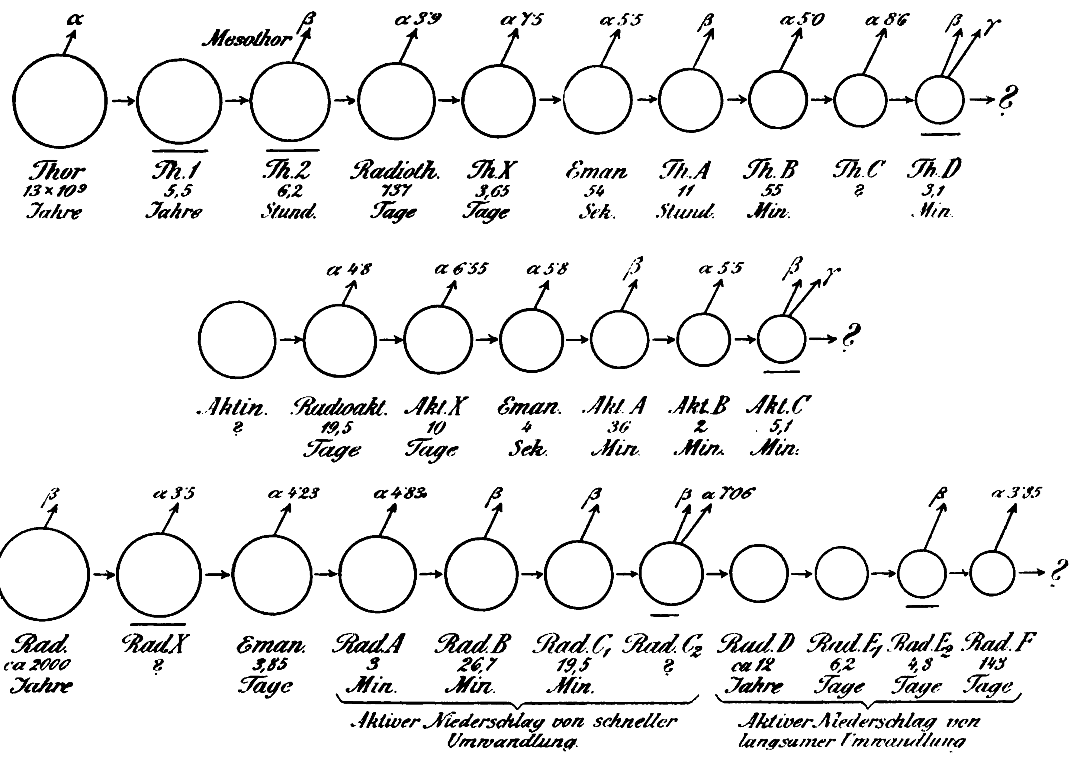
Die neuere Untersuchung dieser Produkte beim **Thorium** ergibt eine Reihe von zehn auseinander hervorgehenden Verwandlungsstadien, die sämtlich gut charakterisiert sind. Während man früher annahm, daß aus dem Thor sofort das Radiothor hervorgehe, hat sich nun gezeigt, daß zwischen beiden ein Zwischenprodukt besteht, das Mesothor, und daß auch dieses keine einheitliche Substanz ist, sondern aus zwei in genetischem Zusammenhang stehenden Bestandteilen sich zusammensetzt, die von **Hahn** als Thorium 1 und Thorium 2 bezeichnet sind. Thorium 1 ist strahlenlos und zerfällt mit einer Halbwertszeit von 5·5 Jahren in das Thorium 2, das β-Strahlen aussendet und eine Zerfallsperiode von 6·2 Stunden besitzt, mit der es sich in das Thorium-X zu verwandeln scheint. An den Schluß der Reihe setzt die Untersuchung **Hahns** das Thorium-D, welches β-Strahlen aussendet. Die Zusammenfassung der neu gewonnenen Erkenntnis führt zu dem in beistehender Figur (1. Reihe) gegebenen Gesamtbild, in dem jedem Zerfallsprodukt seine Halbwertszeit und neben jeder α-Partikel deren Reichweite in Luft von Atmosphärendruck beigefügt ist. Die gegen früher neu hinzugekommenen Produkte sind unterstrichen.

Die neuen Messungen haben durch das Auffinden des Th.-D die Kenntnis der radioaktiven Umwandlung des Thors um ein Stadium in der Richtung weitergeführt, in der man vordem direkt nach dem Th.-C ein stabiles Endprodukt des Zerfalles erwartete. Die Frage nach der Existenz und den etwaigen Eigenschaften eines solchen Endproduktes gewinnt hiedurch erneutes Interesse. Wird der radioaktive Zerfall des Thoriums in dem Stadium, bis zu dem es gegenwärtig verfolgt ist, zum Stillstand kommen, oder wird die jetzige Grenze lediglich durch unsere unvollständigen Meßmittel bestimmt? Alle α-Strahlenprodukte des Thors sind jetzt anscheinend vollständig bekannt und weitere

*) Naturw. Wochenschr., IX. Bd. (1910), Nr. 16.

deshalb nicht mehr zu erwarten. Ist die Emission einer α-Partikel in jedem Falle mit einem Verluste an Masse gleich derjenigen des Heliumatoms verbunden, so ließe die jetzige Kenntnis für das Endprodukt der Zerfallsreihe das Atomgewicht 232·5 (Thorium) — 6 × 4 = 208·5 erwarten, was mit dem Atomgewicht des Wismuts nahezu identisch wäre. Wenn es sich dabei auch lediglich um Vermutungen handelt, so bleibt doch bemerkenswert, daß das Wismut die Bedingungen erfüllt, die ein Umwandlungsprodukt des Thors erfüllen muß; es kommt die sehr leicht absorbierbaren β-Strahlen, das letztere die bisher dem Radium zugeschriebenen α-Strahlen aussenden. Das hienach sich ergebende Bild der Radiumverwandlung wird durch Reihe 3 unserer Figur dargestellt. Das neue Bild zeigt durch seine wachsende Kompliziertheit, daß es jedenfalls noch weiterer reicher Erfahrung bedarf, um das Wesen dieser Vorgänge besser zu verstehen.

Fragen wir nach dem beim Radium zu erwartenden Endprodukt des Zerfalles, so zeigt sich die frühere Schlußfolgerung bestätigt. Diese ergab



Die Umwandlungen des Thors, Aktiniums und Radiums.

tatsächlich in radioaktiven Mineralien vor, und zwar in geringster Menge in denen, die auch wenig Thor enthalten.

Auch die Zerfallsreihe des Aktiniums ist durch die neueren Untersuchungen etwas modifiziert und verlängert worden; unsere gegenwärtige Erkenntnis dieser Reihe wird durch die Zeile 2 der Figur illustriert.

Ebenso ist unsere Einsicht in die Umwandlungsprozesse des vorher schon in sieben Zerfallsprodukten bekannten Radiums merklich vertieft worden. Die Möglichkeit weitgehendster Konzentrierung und Anreicherung seiner Wirkungen gestattete bei ihm von allen radioaktiven Körpern die eingehendste Untersuchung. Aber auch jetzt scheinen die Umwandlungsstadien des Radiums noch nicht erschöpft zu sein. Vielmehr deuten neuerdings von Hahn und Meitner gemachte Beobachtungen, die weiterer Prüfung bedürfen, an, daß auch das Radium selbst komplex (nicht einheitlich) sei und aus zwei Komponenten, dem eigentlichen Radium und einem aus ihm hervorgehenden Radium-X, bestehe. Das erstere würde unter Annahme einer Massenverringerung des Radiumatoms um fünf Heliumatome für das stabile Endprodukt das Atomgewicht 205, was in Übereinstimmung mit dem Ergebnis der Messungen des Bleigehaltes in radioaktiven Mineralien auf Blei hindeutete. Da sich die Zahl der α-Strahlenprodukte nicht vermehrte, bleibt dieser Schluß bestehen.

Beim Uran, das α-, β- und γ-Strahlen aussendet, aber keine Emanation besitzt, ist deshalb die Zahl der gefundenen Umwandlungsprodukte nur sehr gering. Es war seit langem nur ein einziges direktes, das Uran-X, nachgewiesen, und auch die neueren Beobachtungen haben dem kein weiteres hinzugefügt. Messende Versuche an alten Uranmineralien ließen erkennen, daß in ihnen ein bestimmtes konstantes Verhältnis zwischen dem Uran- und dem Radiumgehalt besteht, so daß sich die Vorstellung ergab, daß Radium aus dem Uran gebildet werde. Aber die Erwartung, dies experimentell nachweisen zu können, bestätigte sich nicht; denn wenn auch in einigen günstigen Fällen Andeutungen außerordentlich geringfügiger Radiumbildung in ur-

sprünglich radiumfreien Uranlösungen festzustellen waren, so hätte sich bei direkter Bildung des Radiums aus Uran doch mindestens der zehntausendfache Betrag finden müssen. Rutherford nahm als Grund der so sehr langsamen Radiumbildung ein Zwischenprodukt von sehr langer Umwandlungsperiode an, und dieses ist in der Tat in einem Stoffe von sehr langer Umwandlungsperiode, dem sogenannten Jonium, von Boltwood entdeckt worden. Aus ihm geht das Radium, aus diesem endlich das Blei hervor, und so hat die Vorstellung von der mittels zahlreicher Zerfallsprozesse erfolgenden Umwandlung zweier in der Chemie längst bekannter und als völlig unveränderlich betrachteter Elemente, des Urans und des Bleies, ineinander eine weitere Stütze erhalten.

Über einzelne schon bekannte radioaktive Körper soll im folgenden berichtet werden.

Dem Polonium, das unter den neuen und stark radioaktiven Substanzen zuerst entdeckt wurde, haben Madame Curie und Prof. A. Debierne eine Untersuchung gewidmet.*) Man hat bereits zahlreiche Versuche gemacht, diesen Stoff zu isolieren und als chemisches Element zu erklären, aber trotz der hohen Aktivität der erhaltenen Produkte ist dies bisher noch nicht gelungen. Die Theorie der radioaktiven Umwandlungen betrachtet das Polonium als einen Abkömmling des Radiums, zu dem es bei radioaktivem Gleichgewicht im Verhältnis der mittleren Lebensdauer der beiden Substanzen steht. Da nun die mittlere Lebensdauer des Radiums etwa 5300mal größer ist als die des Poloniums und man in einer Tonne Pechblende eine Menge von 0·2 Gramm Radium findet, so erhellt, daß eine Tonne dieses Minerals nicht mehr als 0·04 Milligramm Polonium enthalten kann. Mit der Isolation dieses Stoffes sind viele für die Radioaktivität höchst wichtige Probleme verbunden. Polonium ist ein unbeständiges Element und bildet augenscheinlich das letzte Glied in der Reihe der Radiumabkömmlinge; es läßt sich daher erhoffen, daß man die Bildung eines vom Polonium abgeleiteten inaktiven Elements nachweisen können wird. Da Polonium α-Strahlen aussendet, sollte man erwarten, daß es Helium bildet; das ist jedoch bis jetzt noch nicht beobachtet worden, und es wäre wichtig festzustellen, ob hierin wirklich eine mit der Theorie unvereinbare Tatsache liegt.

Die Herstellung auch nur winziger Mengen der aktiven Stoffe ist sehr mühselig. Um Polonium in konzentriertem Zustande herzustellen, behandelten Madame Curie und Debierne mehrere Tonnen Rückstände des ihnen zur Verfügung stehenden Uraniumminerals mit starker warmer Salzsäure, was den Erfolg hat, daß das darin vorhandene Polonium fast vollständig gelöst wird. Diese kein Radium enthaltende Lösung wurde behufs Entziehung der aktiven Bestandteile in einer Fabrik behandelt und lieferte schließlich 200 Gramm einer Substanz, deren mittlere Aktivität das 3500fache derjenigen des Urans war; sie enthält hauptsächlich Kupfer, Wismut, Uran, Blei und Arsen. Der so erhaltene Stoff wurde im Laboratorium durch eine Reihe verschiedener Behandlungen gereinigt, die aufzuzählen hier zu weit führen würde. Nach vielen Versuchen war schließlich die Aktivität der Lösung auf eine Masse von 2 Milligramm Gewicht konzentriert.

Die an ihr vorgenommenen Messungen verschiedener Art ergaben, daß die erhaltene Menge Polonium etwa 0·1 Milligramm war; dies ist das Quantum, das man nach der Theorie in 2 Tonnen guter Pechblende auch zu erwarten hat. Wahrscheinlich enthielt also die radioaktive Masse einige Prozent Polonium, so daß die Spektralanalyse erfolgreich angewandt werden könnte. Das mittels Photographie festgehaltene Spektrum war kompliziert, da viele Elemente, wie Gold, Platin, Quecksilber, Palladium, Rhodium, Iridium, zum Teil sicherlich von den verwendeten Gefäßen stammend, anwesend waren; auf dieselbe Verunreinigungsquelle war auch wohl das Vorhandensein von Metallen der alkalischen Erden zurückzuführen. Nach genauer Prüfung der verschiedenen Spektrallinien blieben einige übrig, die mit voller Berechtigung dem Polonium zugeschrieben werden können. Volle Gewißheit hierüber, sowie über das Element, das aus dem Polonium hervorgeht — nach der Theorie das Blei — wird sich erst nach dem Verschwinden des Poloniums ergeben.

Die vorliegende aktive Masse erzeugt weder induzierte Radioaktivität, noch eine bemerkenswerte Ausstrahlung von durchdringenden Strahlen. Auch ist nur eine äußerst geringe Entwicklung von Radium-Emanation bemerkt worden.

Ein Teil der Lösung wurde für das Studium der entweichenden Gase benutzt. Die Lösung gibt im Apparat viel Gas ab, man merkt deutlich eine unablässige Bildung von Bläschen, die auf die Zersetzung von Wasser hinweist; diese Zersetzungstätigkeit ist den α-Strahlen des Poloniums zuzuschreiben. Die entweichenden Gase wurden fast ganz von erhitztem Kupfer oder Kupferoxyd sowie von Pottasche und Phosphorsäureanhydrid absorbiert. Der sehr geringe Gasrückstand wurde gesammelt und erwies sich als reines Helium, dessen Volumen (1·3 Kubikmillimeter in 100 Tagen) dem von der Theorie vorausgesagten (1·6 Kubikmillimeter) sehr nahe kommt. Die Tatsache der Bildung von Helium aus Polonium ist daher nachgewiesen.

Im Verlaufe dieser Experimente wurde u. a. eine seltsame Wirkung der Strahlen beobachtet, indem die Quarzkapsel, in der das Polonium trocken aufbewahrt wurde, an vielen Stellen unter der Substanz beschädigt war. Die Ursache dafür dürften elektrische Entladungen sein.

Daß die α-Strahlen in ähnlicher Weise auch auf Glimmer und Glas einwirken, haben Joly und E. Rutherford*) nachgewiesen. Nach ersterem befindet sich in der Mitte der kleinen, an braunem Glimmer beobachteten farbigen Höfe meist ein kleiner Zirkonkristall, seltener Apatit, Mineralien, die beide reich an Radium sind. Rutherford stellte eine ähnliche Einwirkung der α-Strahlen auf Natronglas fest, in dem er mit Hilfe der

*) Jon. Zeitschr. f. Elektrotechnik u. s. w. Bd. II. (1910), Nr. 2.

*) Philos. Magazine, vol. 17 (1910), Nr. 6.



Emanation von etwa 150 Milligramm Radium eine rötlich gefärbte Zone hervorrief.

Beiträge zur Kenntnis der Radioaktivität des Kaliums haben J. Elster und H. Geitel geliefert.*) Ihre Arbeit ist so schön geeignet, auch zum allgemeinen Verständnis der Erscheinung der Radioaktivität beizutragen, daß sie hier möglichst ausführlich mitgeteilt werden möge.

Die gegenwärtig allgemein als radioaktiv bekannten Elemente, d. h. diejenigen, deren Atome sich im Laufe der Zeit unter Energieabgabe von selbst in Atome von anderen Eigenschaften umwandeln, lassen sich in zwei Familien einreihen. An der Spitze der ersten steht das Uran, an der der zweiten das Thorium, die Elemente vom höchsten bekannten Atomgewicht. In diesen radioaktiven Familien hat jedes Glied von seinen Vorfahren als Erbeigentümlichkeit die Unbeständigkeit überkommen, mit Ausnahme natürlich des letzten stabilen Elements, das allerdings für beide Reihen noch nicht mit einiger Sicherheit bekannt ist.

Die Anfangsglieder Uran und Thor haben sich, dank ihrer ungemein langen mittleren Lebensdauer, bis in unsere Zeit erhalten. Ob außer ihnen und ihren Abkömmlingen jemals andere Radioelemente gelebt haben, ob Uran und Thor selbst von ein und demselben auf der Erde vielleicht ausgestorbenen Element von kürzerer Lebensdauer und höherer Atommasse abstammen (etwa wie Radium und Aktinium mit ihren Nachkommen von einer Spaltung der Uranreihe herrühren), das sind Fragen, die zurzeit nicht beantwortet werden können. Zu Gunsten einer verwandtschaftlichen Beziehung zwischen Uran und Thor kann das Zusammengehen der beiden Elemente in ihrem natürlichen Vorkommen gedeutet werden. Wenn beide im Verlaufe sehr langer Zeiträume bis auf unendlich kleine Mengen auf der Erde verschwunden sein werden, müssen mit ihnen alle übrigen jetzt anerkannten Radioelemente, wie Radium, Aktinium, Jonium, Polonium u. s. w. erloschen sein, da sie sämtlich von jenen abstammen und von kürzerer Lebensdauer sind.

Nach dieser Auffassung wären Uran und Thor gleichsam Relikte einer sehr fernen Vorzeit, in welcher Atomumwandlungen der Elemente vielleicht weit häufiger waren als jetzt. Ihr Verhalten würde heute nicht der Regel entsprechen, sondern eine Ausnahme bilden, die sich dank besonderen Verhältnissen bis auf unsere Tage erhalten konnte.

Doch es gibt auch eine hievon ganz verschiedene Art, diese Dinge zu betrachten, eine Art, die ebenfalls Anspruch auf Beachtung hat. Nach ihr gibt es eine absolute Stabilität der Atome nur bei wenigen Elementen, streng genommen wohl nur bei einem, dem unbekannten Endergebnisse aller Stoffumwandlungen. Danach wären im allgemeinen alle Elemente mehr oder weniger radioaktiv, d. h. in Verwandlung begriffen. Daß wir von der Energie dieser Prozesse deutliche Anzeichen nicht bemerken, ist nach dieser Auffassung nur eine Folge der Langsamkeit, mit der sie verlaufen, d. h.



letzten Endes eine Folge der Unvollkommenheit unserer Wahrnehmungsmittel.

Diese letztere Anschauung muß mit ganz besonderem Interesse alle solche Erscheinungen betrachten und verfolgen, die auf ein Vorkommen der Radioaktivität außerhalb der Uran- und Thorfamilie hindeuten, in welchen letzteren sie Sonderfälle der angenommenen Radioaktivität aller Materie erblickt. Die erstgenannte Auffassung dagegen ist leicht geneigt, solche Anzeichen von allgemein verbreiteter Aktivität der Gegenwart sehr kleiner Mengen bekannter oder auch noch unbekannter Glieder der Uran- und Thoriumreihe zuzuschreiben.

Im allgemeinen verliefen die vielfachen Bemühungen, Spuren von spezifischer Radioaktivität an beliebigem Material nachzuweisen, ergebnislos: nur die Arbeiten von Campbell und Wood an den Alkalimetallen Kalium und Rubidium sind erfolgreicher gewesen. Zweifellos senden die Verbindungen dieser Elemente eine Strahlung aus, welche die Luft ionisiert (zum Leiter von Elektrizität macht) und die photographische Platte schwärzt. Allerdings ist der Effekt sehr geringfügig: die ionisierende Wirkung auf die Luft kommt etwa dem tausendsten Teile von der Wirkung der β-Strahlen des Urans gleich. Nach neuen Versuchen von Henriot und Vavon besteht die Kaliumaktivität selbst in einer β-Strahlung, da sie durch magnetische Kräfte in dem entsprechenden Sinne abgelenkt wird. Daß diese Aktivität der genannten beiden Alkalimetalle von einer bekannten radioaktiven Beimengung in den Kalium- und Rubidiumsalzen stamme, erscheint nach dem gegenwärtigen Stande der Untersuchung ausgeschlossen.

Zu demselben Ergebnis kommen auch Elster und Geitel auf Grund zahlreicher, zum Teil neuer Versuche. Unbekannte Radioelemente von genügend langer Lebensdauer, die ein der Kaliumaktivität ähnliches Verhalten zeigen könnten, wären vielleicht in den Uran- und Thorreihen hinter den jetzt angenommenen Endprodukten zu suchen. So könnte man an einen Körper denken, der mittelbar oder unmittelbar auf das Polonium folgte, sich durch sehr lange Umwandlungszeit und die Aussendung durchdringender β-Strahlen auszeichnete und seiner chemischen Natur nach sich wie ein Alkalimetall verhielte. Ein solcher Körper, der durch die leichte Löslichkeit seiner Verbindungen in Wasser der Auffindung vielleicht bis jetzt entgangen sein könnte, müßte sich mittels genügend empfindlicher Methoden in allen Poloniumpräparaten erkennen lassen. Es ist bisher bei eingehenden Untersuchungen solcher Präparate aber nicht gelungen, etwas anderes darin zu entdecken, als Spuren von Radium-D.

Da es somit nicht möglich erscheint, die Kaliumaktivität aus fremden Quellen abzuleiten oder sie von dem Kalium abzutrennen, so bleibt nichts übrig, als dies Element unter die radioaktiven mit aufzunehmen. Zum Beweise kann man neben den negativen Ergebnissen auch ein positives anführen: die ebenso wie beim Kalium festgestellte Aktivität des chemisch höchst ähnlichen Rubidiums. Diese besteht sicher; es ist die Strahlung des Rubidiums noch wesentlich leichter absorbierbar als die des

*) Physikal. Zeitschr., 11 (1910), Nr. 5.

Kaliums. Dagegen zeigt das so nahe verwandte Zäsium keine Aktivität, ebensowenig Natrium und Lithium. Es ist nun schwer vorstellbar, angenommen selbst, daß Kalium und Rubidium ihre Aktivität derselben Beimischung verdankten, daß diese nur von dem chemisch so nahe stehenden Zäsium abtrennbar sein sollte. Da nun aber Rubidium und Kalium qualitative und quantitative Unterschiede in ihrer Aktivität zeigen, so scheint es um so mehr ausgeschlossen, diese auf ein und denselben Begleiter beider Elemente zurückzuführen.

Durch Anerkennung der Aktivität der beiden Alkalimetalle fallen gewisse Übereinstimmungen unter den Radioelementen weg, auf die man bisher einigen Wert legte.

Die Atomgewichte der beiden Elemente, besonders das des Kaliums, sind im Vergleiche zu denen des Urans, Thors und Radiums so niedrig, daß man ihnen gegenüber die Vorstellung nicht aufrecht erhalten kann, daß ein Atom einzig infolge zu großer Masse instabil (zu leichterem Zerfalle neigend) sei. Auffallend ist in diesem Zusammenhange auch besonders der Mangel an Aktivität beim Zäsium, dem Alkalimetall vom höchsten Atomgewicht.

Ferner vermißt man die Analogie mit den langen Reihen von Umwandlungsprodukten, wie sie in der Uran- und Thorfamilie auftreten, wobei auch das Fehlen von Emanationen und α-strahlenden Körpern bemerkenswert erscheint.

Weitere Untersuchungen über die Einheitlichkeit der Kalium- und Rubidiumstrahlung, bei der Kleinheit der Wirkung allerdings sehr schwierig, würden vielleicht Aufschluß darüber geben können, ob nur eine einfache Atomumwandlung vorliegt oder eine Kette von solchen, in der jedes Glied eine durch die Geschwindigkeit der abgeschleuderten Elektronen charakterisierte Strahlung aussendet.

Auf jeden Fall verdienen die hier behandelten Erscheinungen, gerade weil sie in das sonst so vorzüglich ausgearbeitete System unserer Erfahrungen über die Radioaktivität anscheinend nicht ohne Zwang einzufügen sind, eine ganz besondere Beachtung.

Von den drei Strahlungsarten, welche bei der Umwandlung eines radioaktiven Elements in ein anderes ausgesandt werden, sind die α-Strahlen als positiv geladene Heliumatome und die β-Strahlen, die negative Elektronen darstellen, verhältnismäßig gut bekannt.

Über die Struktur der γ-Strahlen hat mittels zahlreicher Versuche, die hier übergangen werden müssen, Dr. Edgard Meyer neues Licht zu gewinnen versucht.*) Über die Natur dieser Strahlen bestehen verschiedene Hypothesen. Allgemein faßt man sie wohl als qualitativ nicht sehr verschieden von den Röntgenstrahlen auf, und damit gelten die Anschauungen, die man sich über die Natur der Röntgenstrahlen gebildet hat, auch für die γ-Strahlen. Die größte Beachtung hat wohl die Theorie gefunden, welche die γ-Strahlen als elektromagnetische Impulse ohne periodischen Charakter im Äther betrachtet, entstanden durch Beschleunigung von Elektronen.

Demgegenüber hat schon früher (1904) Paschen und neuerdings W. H. Bragg die γ-Strahlen als eine korpuskulare Strahlung angesprochen. Ersterer faßt sie auf als Elektronen von nahezu Lichtgeschwindigkeit, letzterer als neutrale Doppelteilchen, entstanden durch Zusammenlagerung eines α- und eines β-Teilchens. Mit letzterer Theorie sind wohl die Versuche über die Polarisation der Röntgenstrahlen schwer in Einklang zu bringen.

Nimmt man die nicht unbegründete Hypothese als richtig an, daß einerseits γ- und Röntgenstrahlen, anderseits Röntgenstrahlen und sehr kurzwelliges Licht wesensgleich sind, so läßt sich auch die Lichtquantenhypothese auf die γ-Strahlen übertragen. Danach bliebe die elektromagnetische Energie eines „γ-Quantums" in einem kleinen Volumen konzentriert und pflanzte sich nur nach einer bestimmten Richtung hin fort. Die Polarisationsversuche stünden mit einer solchen Auffassung im Einklang.

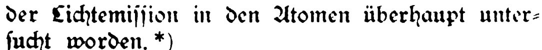
Sämtliche Auffassungen des Elementarvorganges der γ-Strahlaussendung haben dies gemeinsam, daß die Strahlungsenergie nicht mit gleicher Dichte nach allen Richtungen hin in den umgebenden Raum (den Raumwinkel 4π) ausgestrahlt wird, sondern daß es bevorzugte Richtungen maximaler Energiedichte gibt. Nach manchen Forschern würde die gesamte Energie nur in eine bestimmte Richtung gesandt, nach Thomson in einen Raumwinkel, der klein gegen 4π ist. Dr. Meyer bezeichnet der Kürze halber letzteres Verhalten als anisotrope (nicht überallhin gleichgerichtete) Struktur der Strahlung, im Gegensatze zu isotroper Struktur, bei der die Energie gleichmäßig in den umgebenden Raum (den Raumwinkel 4π) verteilt wird.

Um eine experimentelle Entscheidung über die Richtigkeit der einen oder der anderen Annahme treffen zu können, denken wir uns in einem Punkte A des Raumes eine γ-strahlende Substanz. Um A sei eine Kugelfläche vom Radius R beschrieben, und es sei auf der Kugel ein Flächenstückchen F abgegrenzt.

Hat man es bei den γ-Strahlen mit Isotropie (überallhin gerichteter Strahlung) zu tun, so wird jeder Elementarprozeß in A, der mit Aussendung von γ-Strahlung verknüpft ist, in F eine Wirkung (Phosphoreszenz-, Ionisationswirkung od. dgl.) erkennen lassen. Besteht Anisotropie, so wird das nicht bei jedem Ausstrahlungsimpuls der Fall sein. Dr. E. Meyer hat derartige Versuche durchgeführt und gefunden, daß tatsächlich bei der γ-Strahlung eine starke Anisotropie besteht, d. h. daß die in einem bestimmten Zeitmomente in der Oberfläche der Kugel liegende, von der strahlenden Substanz herrührende Energie nicht gleichmäßig über diese verteilt, sondern auf bestimmte kleine Stellen lokalisiert ist. Die Lagen dieser Konzentrationsstellen sind vollkommen unabhängig voneinander, sind also nach dem Gesetze des Zufalls über die Kugeloberfläche verteilt. Das ist für uns, die wir das Licht und den Schall allseitig gleichmäßig den Raum durchdringen wissen, etwas sehr Merkwürdiges und vorläufig ganz Unerklärliches. Eine Ent-

*) Abhandl. d. K. Preuß. Akad. d. Wissen. 1910. XXXII.





scheidung zwischen den verschiedenen Theorien der γ-Strahlung ergibt sich aus Dr. Meyers Versuchen nicht.

Aus der chemischen Werkstatt.

Die Entdeckung neuer chemischer Elemente, früher ein Gegenstand allgemeiner Aufmerksamkeit, geht jetzt meistens still und unbemerkt vorüber, wenn sich nicht der neue Urstoff durch ganz besondere, wenn möglich eine praktische Verwertung erlaubende Eigenschaften auszeichnet. Das scheint nun bei dem neuen Element, welches M. Ogawa*) im Thorianit entdeckt zu haben meint und Nippodium benannt hat, nicht der Fall zu sein. 1 Kilogramm Thorianit gab wenige Zentigramm Oxyd des Elements, 200 Gramm Reinit (ein Eisenwolframat $FeWO_4$) enthielten 60 Zentigramm davon. Das Element hat zwei Oxydationsstufen. Ogawa stellte gut kristallisierende Salze und Doppelsalze von ihm dar. Da das wahrscheinlich dreiwertige Nippodium das Atomgewicht 150 besitzt, so würde es im System der Elemente seinen Platz zwischen dem Molybdän und dem Ruthenium erhalten.

Ein zweites, dem Molybdän verwandt erscheinendes Element mit dem Atomgewicht 100 erhielt Ogawa aus Molybdänit und Thorianit in Form des Ammoniumsalzes. Dieses Element ist möglicherweise identisch mit einem Stoffe, den Skrabel und Artmann bei der Analyse von Ferrovanadin erhielten, falls es nicht dasselbe Element ist, das Boucher und Ruddock im Gußeisen und Stahl entdeckten. Das Studium dieser in so geringen Mengen vorkommenden, schwer isolierbaren Stoffe ist eben mit großen Schwierigkeiten verknüpft.

Eine wichtige Entdeckung auf dem Gebiete der Radiumforschung ist Madame Curie, der Gattin des vor einigen Jahren verstorbenen französischen Forschers, geglückt. Es ist ihr gelungen, im Verein mit ihrem Mitarbeiter, dem Chemiker Debierne, aus den bisher allein bekannten Radiumsalzen reines Radium, das Element selbst, herzustellen, indem sie 1 Dezigramm Radiumsalz auf elektrolytischem Wege behandelte. Das reine Radium zeigt sich nach ihrer vorläufigen Mitteilung an die Akademie der Wissenschaften zu Paris in der Form eines weißglänzenden Metalls, das an der Luft schnell schwarz wird, Papier verbrennt, stark in Wasser oxydiert und sich gierig mit Eisen verbindet. Überraschend ist die Kunde, daß das reine Radium Eisen anzieht, also magnetische Eigenschaft besitzt. Die Reindarstellung des Radiums als Element wird es nun ermöglichen, sein Atomgewicht genau zu bestimmen; es wirkt auch kräftiger als das bisher bekannte Radiumbromid, das für Versuche und Experimente aber schon der leichteren Gewinnung und größeren Billigkeit halber seine Bedeutung behalten wird.

Die Phosphoreszenz der Mineralien, eines der anziehendsten Studiengebiete der physikalischen Chemie, ist von Prof. P. Lenard besonders hinsichtlich der Erdalkaliphosphore und hinsichtlich der Lichtemission in den Atomen überhaupt untersucht worden.*)

Nach älteren Erfahrungen ist die an Erdalkalisulfidpräparaten bekannte intensive Phosphoreszenz an das Dasein drei wesentlicher Bestandteile gebunden; diese sind: 1. das Erdalkalisulfid selber, 2. geringe Spuren eines gewissen wirksamen Metalls und 3. ein schmelzbarer Zusatz. Neben dieser chemischen Zusammensetzung ist aber auch die physikalische oder molekulare Struktur von besonderer Bedeutung, was sich darin zeigt, daß die Phosphoreszenzfähigkeit nur unter geeigneten Bedingungen in der Glühhitze, niemals auf kaltem oder nassem Wege zu erreichen ist, und daß Druck sie zerstört.

Ein in genannter Weise zusammengesetzter Körper zeigt beim Belichten eine im allgemeinen mit den Bedingungen wechselnde Phosphoreszenzfarbe, die sich bei spektraler Zerlegung in mehrere Banden auflöst, deren Eigenschaften sich als besondere Charakteristika jedes einzelnen Phosphors erwiesen haben, und deren eingehendes Studium erst die Gesamtheit der an Phosphoren beobachteten Erscheinungen dem Verständnis näher brachte. Es ist experimentell erwiesen, daß die Phosphoreszenzen der Erdalkalisulfide den Metallatomen derselben selbst und nicht den Erdalkalisulfiden zuzuschreiben sind, da völlig metallfreie Präparate niemals deutliches Leuchten zeigen, und da namentlich das Erdalkalisulfid ohne Beeinträchtigung und ohne Abänderung der Phosphoreszenzfähigkeit eines Phosphors*) in sehr weitgehendem Maße durch einen anderen Stoff ersetzt werden kann. Allerdings zeigt sich, daß die Gegenwart einer wenn auch nur geringen Menge von Schwefel in Gestalt von Sulfid für das Auftreten der Banden im Spektrum unerläßlich ist, was darauf hinweist, daß das Sulfidmolekül an den Bestimmungsstücken der Schwingungsdauern der Bandenemission mitbeteiligt sein muß. Diese Beobachtungen werden bestätigt durch das Verhalten des Zinksulfids, des einzigen neben den Erdalkaliphosphoren noch bekannten Körpers von langer Leuchtdauer, der sich sowohl in ganz reinem Zustand als auch unter Beimengung von Spuren anderer Metalle diesen Phosphoren in seinen Eigenschaften völlig anschließt. Er kann also als ein Erdalkaliphosphor betrachtet werden, in welchem das Erdalkalimetall durch Zink ersetzt ist und das wirksame Metall entweder ebenfalls Zink oder auch ein anderes Metall ist.

Das Studium der spektralen Banden der Phosphore durch Prof. Lenard hat zu folgenden Vorstellungen über die Konstitution des Phosphors und die Vorgänge bei der Phosphoreszenz geführt:

Bei der Präparation des Phosphors aus den genannten Zutaten in der Glühhitze werden sich in ihm, eingebettet in einer großen Menge inaktiven, d. h. metallfreien Füllmaterials, Atomkomplexe aus dem Erdalkalimetall, dem wirksamen Schwermetall (Kalzium, Barium, Strontium) und Schwefel, bilden,

*) Chemical News, Bd. 98.

*) Naturw. Rundsch., 25. Jahrg. (1910), Nr. 22 und 23, Ref. von A. Becker.

*) Unter einem Phosphor ist hier, wie der Leser schon gemerkt haben wird, nicht das einfache chemische Element (P), sondern ein leuchtendes Mineral oder mineralische Verbindung überhaupt zu verstehen.

1*



die als die eigentlichen Zentren der Phosphoreszenz, insbesondere des für die Phosphoreszenz in erster Linie charakteristischen Dauerleuchtens, zu betrachten sind. Ihre Konstitution muß viel Raum beanspruchen, da Druck sie zerstört. Auch muß es nach den spektralen Befunden zwei verschiedene Arten solcher Dauerzentren geben.

Neben dem dauernden Leuchten läßt sich nun aber auch ein momentanes hervorrufen; so lassen z. B. rote Belichtung und Temperaturerhöhung des Phosphors ihn, wenn er erregt ist, erst aufleuchten und nachher bleibend dunkel werden; war er nicht erregt, so leuchtet er in beiden Fällen gar nicht auf. Die Zentren des Momentanprozesses sind als gänzlich verschieden von denen des Dauerprozesses anzunehmen. Da der letztere, die Phosphoreszenz langer Dauer, sich ausschließlich in Sulfiden zeigt, so ist anzunehmen, daß das Schwefelatom im Zentrum es ist, welches die Aufspeicherung der Erregung besorgt. Dementsprechend sind die Zentren des Momentanprozesses, da hier jegliche Aufspeicherung fehlt, als schwefelfrei zu betrachten. Sie können Moleküle sein, in denen das Metallatom an sekundäre Valenzstellen des Sauerstoffes statt des Schwefels gebunden ist. In der Tat sind Phosphoreszenzen kurzer Dauer lange bekannt, z. B. in metallhaltigem CaO. In der Verschiedenheit der Zentren des Momentan- und des Dauerleuchtens ist die Tatsache begründet, daß beide Prozesse völlig unabhängig voneinander bestehen und niemals ineinander übergehen können. Wenn beispielsweise in der Kälte nur der Momentanprozeß zu beobachten ist, so ist nicht etwa der Dauerprozeß momentan geworden, sondern er fehlt vollständig und die gesamte zur Beobachtung kommende Erscheinung spielt sich in den Momentanzentren ab. Diese können anderseits niemals Anlaß zum Dauerleuchten geben. Sind sie in einem Körper ausschließlich vorhanden, so wird dieser unter keinen Bedingungen eigentliche Phosphoreszenz zeigen, sondern er wird lediglich fluoreszieren.

Von den inneren Vorgängen beim Phosphoreszieren hat sich Prof. Lenard folgende Vorstellung gebildet:

Wird ein Phosphor erregendem Lichte ausgesetzt, so unterliegen die Metallatome der Zentren der lichtelektrischen Wirkung, und diese führt zum Austritt negativer Elementarquanten, der „lichtelektrischen Elektronen", aus diesen Atomen. Die Erregung eines Phosphors ist demnach Auslösung lichtelektrischer Elektronen aus den Metallatomen seiner Zentren. Nachdem die Zentren erregt sind, erfolgt das Leuchten des Phosphors, und zwar geschieht dies bei der Rückkehr der Elektronen zu ihrem Atom. Für die Banden fand sich nun spezielle Beeinflussung der Schwingungsdauern durch die spezielle Umgebung des Metallatoms im Zentrum. Es müssen dann diejenigen Elektronen, deren Schwingungen die Aussendung des Phosphoreszenzlichtes ergeben, nicht identisch sein mit den lichtelektrischen Elektronen derselben Metallatome; sie erhalten deshalb von Lenard den besonderen Namen „Emissionselektronen". Der Mechanismus des Leuchtens ist demnach so vorzustellen, daß die Rückkehr der lichtelektrischen Elektronen der Anlaß zu Schwingungen der Emissionselektronen wird, durch welche dann die Emission erfolgt, deren Wellenlänge durch die Eigenschwingungsdauer eben der Emissionselektronen bedingt ist.

Die Aufspeicherung der Erregung in den Phosphoren besteht demnach in zeitweiligem Festgehaltensein der aus den Metallatomen entwichenen Elektronen in der Umgebung. Da der Dauerprozeß des Leuchtens ausschließlich in den Sulfiden sich zeigt, so ist dem Schwefelatom die Eigentümlichkeit zuzuschreiben, die gesamte aus dem Metallatom entweichende Elektronenzahl aufzuspeichern, was mit dem bekannten elektronegativen Charakter des Schwefels völlig in Einklang steht. Da die Zentren des Momentanprozesses als schwefelfrei vorausgesetzt sind, sind sie keiner Aufspeicherung fähig. Mit diesen Anschauungen stehen die Erfahrungen über die Lichtemission von Metallatomen in anderen Fällen in gutem Einklang.

Die von Prof. Lenard über die Rolle des Schwefels und der Metalle beim Phosphoreszieren entwickelten Ansichten erhalten eine Stütze in den Untersuchungen zweier Chemiker, V. Vanino und E. Zumbusch*) über Bologneser Leuchtsteine. Durch Erhitzen von Erdalkalioxyden mit Schwefel stellten sie Polysulfide dar, welche einen wesentlichen Einfluß auf die Phosphoreszenz einer Leuchtmasse ausüben. Auch hier zeigte sich der Schwefelgehalt allein nicht als ausschlaggebend. Gut phosphoreszierende Leuchtsteine enthalten ziemlich wenig Schwefel, sie leuchten um so besser, je weniger sie enthalten. Großes Leuchtvermögen haben auch Massen, die aus Kalziumpentasulfid hergestellt sind. Schon sehr geringe Massen von Metallen, z. B. von Kupfer, Blei, Mangan, Wismut, Titan, Thallium erhöhen die Leuchtkraft nicht unwesentlich. Einen besonders hohen Leuchteffekt zeigte eine Mischung, die in 1 Kilogramm 0·135 Gramm Wismut enthielt. Dieses Metall soll ungefähr 30mal wirksamer als Mangan sein.

Als das wirksamste Mittel, in festen Körpern Lumineszenzerscheinungen hervorzurufen, hat A. Pochettino**) die Kathodenstrahlen erkannt. Man unterscheidet bekanntlich je nach der Erregungsart verschiedene Arten des Leuchtens (der Lumineszenz); diese lassen sich nach Pochettino folgendermaßen gruppieren:

Erregende Ursache:	Lumineszenzerscheinung.
1. Einwirkung von Licht	Photolumineszenz (Fluoreszenz bezw. Phosphoreszenz).
2. Erwärmung	Thermolumineszenz.
3. Mechanische Einwirkung	Tribolumineszenz.
4. Kristallisation	Kristallisationslumineszenz.
5. Chemische Prozesse	Chemische Lumineszenz.
6. Elektr. Entladungen	Elektrolumineszenz.

Ob alle diese Erscheinungen völlig unabhängig voneinander auftreten oder in irgend einer Beziehung zueinander stehen, ist noch völlig unentschieden. Vielfach wird z. B. angenommen, daß Fluoreszenz und Phosphoreszenz qualitativ identische Erscheinungen sind, die sich nur in ihrer Dauer unterscheiden. Die Tribolumineszenz und die Lumineszenz der Kristallisation können vielleicht als Spezial-

*) Journ. f. prakt. Chemie (2), Bd. 80, S. 69.
**) Naturw. Rundsch. (1910), Nr. 26.

fälle der Elektrolumineszenz gedeutet werden, die Thermolumineszenz als chemische oder als Phosphoreszenz bei erhöhter Temperatur. Zu diesen Arten der Lumineszenz tritt schließlich noch die durch Kathoden- und Anodenstrahlen erregte hinzu, von manchen Forschern als Spezialfall der Elektrolumineszenz gedeutet, ferner die durch Röntgen- und Becquerelstrahlen hervorgerufene, die häufig als besondere Art der Photolumineszenz gedeutet wird.

A. Pochettino hat nun eine zusammenhängende Untersuchung zahlreicher Kristalle unter möglichster Benutzung aller angeführten Erregungsmethoden vorgenommen. Im ganzen wurden 227 Kristalle, die 78 verschiedenen Arten angehörten und alle Kristallsysteme umfaßten, untersucht. Soweit möglich, wurden an jedem Kristall alle Erregungsarten der Lumineszenz angewandt, wobei sich zeigte, daß dieselbe Erregungsart in Kristallen derselben Beschaffenheit, aber verschiedener Herkunft ganz verschiedene Erscheinungen hervorrufen kann.

Von den untersuchten 78 Gruppen von Mineralien zeigten 18 in gar keinem Falle Lumineszenz; sämtliche andere, also 60, wurden durch Kathodenstrahlen erregt, während beispielsweise Elektrolumineszenz nur bei drei, Tribolumineszenz nur bei vier Arten auftrat. Schon diese Ergebnisse scheinen gegen die Ansicht zu sprechen, daß die verschiedenen Lumineszenzarten unter einen einheitlichen Gesichtspunkt gebracht werden können, und diese Unterschiede werden noch deutlicher, wenn man die Polarisation des ausgesendeten Lichtes berücksichtigt. So zeigt z. B. Kalzit bei der gewöhnlichen Fluoreszenz polarisiertes Licht, bei Erregung durch Kathodenstrahlen dagegen unpolarisiertes.

Die Zahl der Stoffe, die unter Einwirkung von Anodenstrahlen Lumineszenz zeigen, ist viel geringer; nur 23 von den untersuchten Substanzen zeigten eine Anodenlumineszenz, und diese war durchweg schwächer, weniger stark polarisiert und von kürzerer Dauer, als unter gleichen Bedingungen bei Bestrahlung mit Kathodenstrahlen. Die Einwirkung der letzteren gibt manchen Stoffen die Fähigkeit, bei nachheriger Erwärmung zu lumineszieren. Ebenso tritt bei Stoffen, die an sich die Eigenschaft der Thermophosphoreszenz besitzen, diese schon bei tieferen Temperaturen auf, wenn man sie vorher Kathodenstrahlen aussetzt. In Fällen, wo Röntgenstrahlen und auch das intensive Bogenlicht unwirksam bleiben, konnte durch Kathodenstrahlen noch eine Wirkung erzielt werden.

A. Pochettini schließt daraus, daß es sich bei den Lumineszenzerscheinungen um wesentlich elektrische Vorgänge handle, wie ja auch Professor Lenard dieser Ansicht zu sein scheint. Ob diese aber in einer Elektronenemission oder einer Jonisation bestehen, kann nach des ersteren Meinung beim derzeitigen Stande unserer Kenntnisse noch nicht entschieden werden.

Ein von der Natur selbst geliefertes Beispiel von Lumineszenz, das Leuchten von Uranmineralien, das von Bergleuten beobachtet und von wissenschaftlichen Beobachtern teilweise bestätigt war, wurde mit der Radioaktivität dieser Gesteine in Verbindung gebracht. R. J. Strutt*) hatte Gelegenheit, sich von dem Leuchten des Autunits (Kalkuranits = $CaO . 2 (UO_2) O . P_2O_5 + 8 H_2O$) zu überzeugen, das sogar stärker war als das des künstlichen Urannitrats. Das Leuchten ist unabhängig von einer vorhergegangenen Belichtung, denn das Nachleuchten nach einer Belichtung war nur von kurzer Dauer. Alte Stücke aus Cornwall und Autun zeigten kein Selbstleuchten mehr, während frisch in Portugal zu Tage geförderte leuchteten. Dieser Verlust der Leuchtkraft steht im Zusammenhang mit dem Verluste an Kristallwasser, wie ein Versuch Stratts bewies. Als er ein Stück des Uranminerals mit wasserfreier Phosphorsäure, einem wasserentziehenden Mittel, zusammen in eine luftleere Röhre einschmolz, hatte die Säure



Ein Glaspokal, der in Zersetzung begriffen ist.

nach einigen Stunden das Kristallwasser an sich gezogen und war zerflossen, das Mineral aber hatte sein Leuchten im Dunkeln sowie den im Tageslicht hervortretenden grünlichen fluoreszierenden Schimmer verloren. Als eine radioaktive Wirkung, die mit von der Natur selbst gelieferten Mitteln beobachtet werden kann, hat die Lumineszenz des Autunits ein naturgeschichtliches Interesse.

Zum Schlusse sei über eine neuerdings entdeckte zweite Krankheit des Zinns berichtet. Bekannt ist die sog. „Zinnpest", eine Erkrankung, die an verschiedenen Zinngegenständen, Geschirr, Orgelpfeifen, Bedachungen, auftritt, wo das Zinn ohne erkennbare Ursache in eine graue, pulverige Masse zerfällt. Diese Krankheit, die sich nicht nur auf dem befallenen Gegenstande weiter verbreitet, sondern auch durch Berührung auf einen gesunden übertragen werden kann, beruht auf einer allotropischen Umwandlung des gewöhnlichen, oberhalb 20 Grad stabilen, metallischen weißen Zinns in eine unterhalb 20 Grad beständige pulverige Modifikation, das sog. graue Zinn. Durch Um-

*) Proceed. Royal. Soc. A, vol. 83 (1909), p. 70.

schmelzen kann krankes Zinn wieder gesund gemacht werden.

Ist diese Erkrankung wahrscheinlich eine Folge von Kälte und Feuchtigkeit, so kann, wie Haßlinger*) zeigt, im Zinn infolge mechanischer Einwirkung eine andere Krankheit auftreten, die sog. Forcierkrankheit, die ihren Namen vom gewalzten, sog. forcierten Zinn hat. Man kann sie hervorrufen, wenn man eine neue Zinnplatte mit dem Hammer so bearbeitet, daß die Oberfläche ihren Glanz verliert. Die matten Stellen wirken ansteckend, das gewalzte Material scheint sich im Zustand der Rekristallisation zu befinden. Der Übergang aus diesem metastabilen in den stabilen Zustand erfolgt unter gewöhnlichen Umständen langsam, kann aber durch Erwärmung und durch Impfen mit der stabilen Form beschleunigt werden. — Daß auch in anderen Mineralien, z. B. Glas, derartige Erkrankungen vorkommen, zeigt die Abbildung eines Deckelpokals aus dem Dresdener Kunstgewerbemuseum, der die Auszehrung hat. Diese Erscheinung, die in Fachkreisen bekannt und mehrfach beobachtet worden ist und ansteckend auf andere Gläser wirken soll, läßt sich durch Überziehen der Außenseite mit Zaponlack verhüten. Das befallene Glas sieht infolge der Krankheit wie Eisglas aus. Wahrscheinlich beruht die Krankheit auf dem Schwinden oder Oxydieren eines Bestandteiles der Glasmasse, vielleicht des Bleies.

Das Wesen der Metalle und Kaustobiolithe.

Unter den Forschern, die sich wie Drude, Lorentz, J. J. Thomson u. a. mit der Natur des metallischen Zustandes beschäftigt haben, hat kürzlich Prof. Dr. Eduard Riecke**) das Wesen dieses Zustandes in allgemeinverständlicher Form dargestellt.

Der scharfe Unterschied, der allgemein zwischen metallischen und nichtmetallischen Körpern gemacht wird, kann sich nicht auf die mechanischen Eigenschaften, Dichte und Elastizität, gründen. Die Dichte der Metalle ist ungemein verschieden: 1 Kubikzentimeter Platin hat ein Gewicht von 21 Gramm, ein gleiches Quantum Aluminium nur 2·7 Gramm, etwa so viel wie 1 Kubikzentimeter Quarz, während Natrium, Kalium und Lithium so leicht sind, daß sie auf Wasser schwimmen. Unter 50 Metallen sind 40, deren Dichte größer ist als die mittlere Dichte der festen Erdrinde (2·5, d. h. 1 Kubikzentimeter der Gesteine, welche die Erdrinde bilden, wiegt im Durchschnitt 2·5 Gramm); nur zehn Metalle haben eine kleinere Dichte. Die Elastizität kann ebenfalls kein Charakteristikum abgeben, denn sie ist beim Stahl z. B. über zehnmal so groß wie beim Blei, aber nur dreimal so groß wie beim Glase. Eine Stahlsaite von 1 Quadratmillimeter Querschnitt vermag ein Gewicht von 250 Kilogramm zu tragen, ein ebenso dicker Draht von Blei oder Zinn zerreißt schon bei 2 Kilogramm Belastung. Gehärteter Stahl und Wismut sind überaus spröde, Blei, Kalium und Natrium lassen sich kneten wie weicher Ton.

*) Monatsh. f. Chem. 29. Jahrg., S. 787.
**) Die Umschau. 14. Jahrg. (1910), Nr. 6.

Eigenschaften, die bei allen Metallen in übereinstimmender Weise sich finden, treffen wir zuerst auf dem Gebiete der Optik. Glatte reine Metallflächen besitzen Glanz, und die Edelmetalle haben ohne Zweifel hiedurch zuerst die Aufmerksamkeit des Menschen erregt. Die Ursache dieses Oberflächenglanzes ist die Fähigkeit, das auffallende Licht mehr oder weniger zurückzuwerfen. Man erhält einen genauen Maßstab für den Glanz, wenn man angibt, welcher Bruchteil der auffallenden Lichtstrahlen von der Oberfläche zurückgeworfen wird, und nennt dieses Verhältnis das Reflexionsvermögen. Dieses Vermögen ist bei einem und demselben Metall für Licht verschiedener Färbung nicht das gleiche, und die Verschiedenheiten sind noch lange nicht durchgehends festgestellt. Prof. Riecke beschränkt sich deshalb darauf, das Reflexionsvermögen einiger Metalle für gelbes Licht zusammenzustellen. Danach geben von 100 auffallenden gelben Strahlen zurück:

Silber	95	Quecksilber	78
Magnesium	93	Kupfer	73
Gold	85	Antimon	70
Kadmium	85	Platin	70
Aluminium	83	Kobalt	67
Zinn	82	Wismut	65
Zink	79	Nickel und Blei	62

Dagegen hat das Glas nur das Reflexionsvermögen 4, d. h. von 100 auffallenden Strahlen werden nur 4 reflektiert, alle anderen dringen in das Innere des Glases ein. Dieses Beispiel zeigt, wie sehr die Metalle den nichtmetallischen Körpern durch ihr Reflexionsvermögen und den dadurch bedingten Glanz der Oberflächen überlegen sind. Dies Verhalten ist tatsächlich eine gemeinsame und charakteristische Eigenschaft der Metalle.

Mit dem starken Glanze der Metalloberflächen hängt eng zusammen ihr geringes Vermögen, Licht und Wärme auszustrahlen. Ein Körper von beliebiger Beschaffenheit strahlt bei niedrigen Temperaturen nur Wärme aus. Erst wenn seine Temperatur auf 525 Grad Celsius gestiegen ist, beginnen Lichtstrahlen sich zu entwickeln; sie haben zuerst eine dunkelrote Farbe (Rotglut des Körpers). Bei 1000 Grad kommen auch gelbe Strahlen hinzu (Beginn der Gelbglut), und von 1200 Grad an sind in dem ausgesandten Lichte alle Strahlen vertreten (Weißglut). Dieser Vorgang ist bei allen Körpern der gleiche; aber hinsichtlich der Menge der ausgesandten Strahlen sind zwischen verschiedenen Körpern große Unterschiede vorhanden: verschiedene Körper besitzen ein sehr verschiedenes Strahlungsvermögen, d. h. sie senden bei derselben Temperatur sehr verschiedene Mengen von Licht oder Wärme aus. Das stärkste Strahlungsvermögen unter allen Körpern besitzt der Ruß. Wenn das Reflexionsvermögen eines Metalles so groß wäre, daß es alles auffallende Licht wieder zurückwürfe, so müßte es infolge seiner Ausstrahlung immer kälter werden, falls es so aufgehängt wäre, daß es nirgend mit wärmeren Körpern in Berührung träte. Nun ist ja der Fall eines vollkommen spiegelnden Metalles nur ein gedachter. Aber der aus ihm gezogene Schluß muß

in abgeschwächtem Maße auch für die wirklichen Metalle gelten. Da nun aber diese durchaus nicht fortgesetzt kälter werden, sondern sich nur so weit abkühlen resp. erwärmen, bis sie die Temperatur ihrer Umgebung besitzen, so kommen wir zu der Vermutung, daß die Ausstrahlung der Metalle sehr klein im Vergleiche zur Ausstrahlung berußter Körper sei. Und das ist in der Tat der Fall. Bei einer Temperatur von 170 Grad z. B. beträgt die Ausstrahlung von Kupfer und Silber nur 1% von der eines schwarzen Körpers, die des Goldes $1^1/_2$, die des Nickels 3%. Davon machen wir übrigens im täglichen Leben vielfachen Gebrauch, indem wir z. B. unseren Kaffee- und Teekannen eine blanke metallische Oberfläche geben, damit sie möglichst wenig Wärme durch Strahlung verlieren.

Eine dritte, allen Metallen gemeinsame optische Eigenschaft ist ihre Undurchsichtigkeit. Sie ist keine absolute; aber Schichten eines Metalles, welche durchscheinen, sind von ganz außerordentlicher Dünne. Goldblatt, das im Lichte mit grüner Farbe durchsichtig ist, hat eine Dicke gleich dem zehntausendsten Teile eines Millimeters. Der in das Innere eindringende Teil einer Lichtwelle, die größtenteils ja schon von der Oberfläche des Metalles zurückgeworfen wird, ist schon in geringer Tiefe absorbiert. Angenommen, gelbes Licht falle senkrecht auf die Oberfläche des Metalles, so ist die Intensität der eindringenden Strahlen bei Kupfer schon in der Tiefe von $^9/_{100000}$ Millimeter auf $^1/_{100}$ reduziert, bei Gold findet dieselbe Schwächung in einer Tiefe von $^8/_{100000}$, bei Silber von $^6/_{100000}$ Millimeter statt. Daraus geht hervor, daß die Metalle für alle Farben praktisch so gut wie undurchsichtig sind.

Eine letzte Besonderheit des metallischen Zustandes liegt auf dem Gebiete der Elektrizität. Es ist die elektrische Leitfähigkeit der Metalle. Sie werden elektrisch durch Berührung mit einem geriebenen Isolator, z. B. Glas, und sie breiten den an einer Stelle erzeugten elektrischen Zustand über ihre ganze Oberfläche aus, sie sind Leiter oder Konduktoren der Elektrizität. Durch diese Eigenschaft unterscheiden die Metalle sich in sehr bestimmter Weise von Glas, Bernstein, Siegellack und anderen derartigen Körpern. Diese halten den elektrischen Zustand an der Stelle fest, wo er durch Reiben erzeugt wurde, übertragen ihn nicht von einer Stelle zur anderen: sie sind Isolatoren der Elektrizität. Daß auch andere Gegenstände, z. B. der menschliche Körper, der Erdboden u. a. vortreffliche Leiter der Elektrizität sind, beruht auf der Feuchtigkeit, die in ihnen, wenn auch in kleinsten Spuren, enthalten ist; sie beruht letzten Grundes auf der Leitfähigkeit des Wassers. Diese aber ist immer dadurch ausgezeichnet, daß sie mit einer chemischen Zersetzung des Wassers oder der in ihm aufgelösten Salze verbunden ist. Die Leitfähigkeit jener Körper beruht also auf ganz anderen Ursachen, als die der Metalle, bei denen der Durchgang der Elektrizität von keiner chemischen Änderung abhängt. Eine genauere Kenntnis von der Elektrizitätsleitung der Metalle haben wir übrigens erst durch die Verwendung der galvanischen Elemente gewonnen. Diese gewährten die Möglichkeit, Elektrizität in großer Menge in dauernde Strömung durch Metalldrähte hindurch zu versetzen. Eine solche Bewegung, bei der durch jeden Querschnitt des leitenden Drahtes immer dieselbe Menge von Elektrizität strömt, also nirgends eine Stauung oder Ansammlung von Elektrizität eintreten kann, bezeichnen wir als galvanische Strömung. Der in einem Drahte auftretende Strom wächst in gleichem Maße wie die treibende Kraft; das Verhältnis zwischen dem Strome und der treibenden Kraft ist bei einer bestimmten Drahtleitung stets dasselbe, und dieses konstante Verhältnis wird als die Leitfähigkeit des Drahtes bezeichnet. Setzt man die Leitfähigkeit des Quecksilbers gleich 1, so ist die des Silbers gleich 60, d. h. Silber leitet unter gleichen Verhältnissen 60mal besser als Quecksilber. Die Leitfähigkeit des Goldes ist gegeben durch die Zahl 41, die des Kupfers durch 51.

Beschränken wir uns auf die rein physikalischen Eigenschaften der Metalle, so haben wir mit den vorstehend angeführten, dem starken Reflexionsvermögen, der geringen Ausstrahlungsfähigkeit für Licht und Wärme, der Undurchsichtigkeit und der elektrischen Leitfähigkeit, den Kreis der charakteristischen Eigenschaften der Metalle erschöpft.

Es erhebt sich nun die Frage, ob wir im stande sind, den ganzen Komplex dieser Erscheinungen zu einem einheitlichen Bilde zusammenzufassen. Und das scheint der Fall zu sein mit Hilfe der Elektronentheorie, die beim Leser als bekannt vorauszusetzen ist. Die Radioaktivität hat uns gezeigt, daß gewisse Metalle existieren, deren Atome einem fortdauernden Zerfalle unterworfen sind. Ein Produkt dieses Zerfalles sind die Elektronen, die Moleküle der negativen Elektrizität, die von den radioaktiven Metallen mit großer Geschwindigkeit ausgestoßen werden (siehe auch Abschnitt 1 dieses Kapitels). Ein anderer, besonders bedeutungsvoller Vorgang, bei dem Elektronen frei werden, ist die sog. aktinoelektrische Wirkung. Beleuchtet man ein Metall mit Licht von kleiner Wellenlänge, so treten aus seiner Oberfläche Elektronen aus. Daraus ziehen wir den Schluß, daß im Innern der Metalle sich als regelrechter Bestandteil Elektronen befinden, die unter Umständen aus dem Metall frei heraustreten können. Dieser Gehalt an beweglichen Elektronen ist als die Grundeigenschaft der Metalle zu betrachten. Durch ihn müssen sich die übrigen Eigenschaften erklären lassen.

In welchem Zustand haben wir uns die Elektronen im Innern des Metalls zu denken? Wir gehen von der Annahme der sog. molekularen Konstitution der Metalle aus, d. h. wir denken uns ihre kleinsten Teilchen, die Atome, in dem Raume, der von einem Metalle im ganzen eingenommen wird, gleichmäßig verteilt. Zwischen den Atomen werden je nach der Natur des Metalles größere oder kleinere Zwischenräume frei bleiben, und in diesen können sich die Elektronen frei bewegen. Der Unterschied zwischen zwei verschiedenen Metallen kann dann durch zwei Umstände bedingt sein: einmal kann der freie Raum zwischen den Atomen bei verschiedenen Metallen verschieden groß sein, zweitens kann bei verschiedenen Metallen eine ver-



schieden große Anzahl von Elektronen zwischen den Atomen sich bewegen, die Elektronen können in verschiedener Dichte vorhanden sein. Die verschiedene Größe des zwischen den Atomen freibleibenden Raumes ist von bestimmendem Einfluß auf die Bewegung der Elektronen. Ein Elektron bewegt sich im Innern des Metalles geradlinig so lange, bis es an ein Metallatom stößt. Dann wird es von diesem zurückgestoßen und bewegt sich nun in einer anderen Richtung, bis auch diese wieder durch Zusammenstoß mit einem neuen Metallatom geändert wird. So besteht die Bahn eines Elektrons aus lauter geraden, im Zickzack aneinander gereihten Stücken. Die Länge der einzelnen geraden Strecken, welche die Zickzacklinie bilden, nennt man die Weglänge des Elektrons. Diese Weglänge wird offenbar um so größer, je größer die Abstände der Metallatome sind. Verschiedene Metalle werden sich also auch durch die verschiedene Weglänge ihrer Elektronen unterscheiden, wobei übrigens die Eigenschaften, die den Elektronen selber zugehören, in allen Metallen dieselben sind (dasselbe Gewicht, dieselbe elektrische Ladung und bei gleicher Temperatur auch die gleiche Geschwindigkeit).

Auf Grund dieser Anschauungen ergibt sich folgendes anschauliche Bild von dem Vorgang der *galvanischen Strömung*. Wenn im Innern eines Metalldrahtes eine elektrische Kraft wirkt, die alle Elektronen in demselben Sinne treibt, so kommt notwendig zu der regellos hin und her gehenden Bewegung der Elektronen noch eine übereinstimmende Bewegung im Sinne der treibenden Kraft zu stande, alle Elektronen zusammen werden in der Richtung dieser Kraft verschoben, und diese Verschiebung bedingt den galvanischen Strom. Wie man sieht, muß der Strom mit der treibenden Kraft wachsen. Das Verhältnis zwischen Strom und Kraft, die Leitfähigkeit, ist eine unveränderliche Eigenschaft des Metalles; sie muß einerseits abhängen von den gemeinsamen Eigenschaften aller Elektronen, anderseits von der von Metall zu Metall variierenden Weglänge und der Elektronenmenge.

Auch die *optischen Eigenschaften* der Metalle lassen sich aus den Eigenschaften der Elektronen erklären. Ein Lichtstrahl ist, wie die von *Hertz* experimentell bestätigte elektromagnetische Theorie des Lichtes von *Maxwell* lehrt, nichts anderes als ein Zug elektromagnetischer Wellen. Eine Stelle im Raume, mag sie nun mit wägbarer Materie erfüllt sein oder nicht, ist, wenn ein Lichtstrahl durch sie geht, der Ort eines elektromagnetischen Kraftfeldes von periodisch wechselnder Intensität. Befinden sich nun an dieser Stelle des Raumes, wie z. B. in einer metallischen Masse, freie Elektronen, so werden sie durch die Wirkung der ankommenden Welle, richtiger gesagt, durch die Wirkung des elektromagnetischen Kraftfeldes von periodisch wechselnder Intensität in eine hin und her flutende Bewegung versetzt. Ebenso wie die freien werden auch die gebundenen Elektronen zu Schwingungen veranlaßt; auf alle Fälle muß aber das Licht, um die Elektronen in Schwingungen zu versetzen, Arbeit leisten, und diese Arbeit kann es nur auf Kosten seiner Intensität leisten, diese nimmt also ab oder, was gleichbedeutend, es findet eine Absorption des Lichtes statt. Mit der Absorption des Lichtes hängt die Reflexion, also der Glanz der Oberfläche unmittelbar zusammen. Es ergibt sich ganz allgemein, daß der Glanz mit der Absorption zusammen wächst. In ähnlicher Weise läßt sich auf Grund der Elektronentheorie auch die Frage der Ausstrahlung lösen. So bewährt sich diese Theorie als ein gutes Hilfsmittel, um die verschiedenen Eigenschaften der Metalle von einem einheitlichen Gesichtspunkte aus darzustellen und zu erklären.

Die Entstehung der Metalle wird wohl noch lange in tiefes Dunkel gehüllt bleiben. Die Entstehungsgeschichte einer anderen Mineralgattung, der *Kaustobiolithe*, hat Prof. Dr. H. *Potonié* zum Gegenstand eines eindringenden Studiums gemacht, dessen Ergebnisse er selbst in übersichtlicher Kürze zusammengestellt hat.*)

Versteht man unter Biolithen Gesteine, die ihren Ursprung pflanzlichen oder tierischen Organismen verdanken, so sind Kaustobiolithe brennbare Gesteine dieser Art. Prof. *Potonié* teilt sie in drei große Gruppen, Sapropelite, Humusgesteine und Liptobiolithe, Namen, deren Bedeutung weiterhin klar werden wird.

Sapropel bedeutet Faulschlamm. Die *Sapropelite* haben ihren Namen nach der Tatsache, daß sie in frischem Zustand ein breiig fließender Schlamm sind, der aus organischen Resten unter Fäulnisbedingungen entsteht. Ruhige Wasserstellen, bei denen die zur intensiveren Zersetzung des Materials nötige Sauerstoffzuführung mangelt, sind die Bildungsstätten. Hier können die absterbenden, auf den Boden des Gewässers niedersinkenden Organismen nicht vollständig verwesen, sondern es bleibt auf dem Boden ein brennbarer organischer Rest zurück, der sich ständig anhäuft und schließlich den organischen Faulschlamm, das Sapropel, erzeugt. Die hervorragendste Rolle bei der Bildung dieses Schlammes spielen nicht die großen Organismen, wie Fische u. dgl., sondern die mikroskopischen Schwebeorganismen, das pflanzliche und tierische Plankton, welches in den geeigneten Gewässern eine weit größere Menge organischen Stoffes als die Großorganismen liefert. Sie weichen von den letzteren auch in chemischer Hinsicht ab, indem sie durch hohen Fett- und Proteïngehalt, die Land- und Sumpfpflanzen durch ihren besonders hohen Gehalt an Kohlenhydraten, charakterisiert sind.

Sapropelite heißen alle die Gesteine, welche so reich an Sapropel sind, daß dadurch dem Gestein wesentliche Eigenschaften innewohnen, gleichgültig, ob es sich noch im Schlammzustand befindet oder subfossil gallertartige Konsistenz angenommen hat oder endlich fossil bereits vollständig erhärtet ist. Da die Stellen, welche Faulschlamm erzeugen, auch leicht Zuführung von anorganischem Mineral erhalten, sei es durch den Wind, sei es durch Zuflüsse, die ihr trübendes Material absetzen, so kann auf diese Weise ein Sapropelton, ein Kalksapropel (bei reicherem Kalkgehalt ein Sapropelkalk) oder endlich, wenn nämlich die verbrennbare organische Substanz völlig zersetzt ist, ein organogener Kalk,

*) Naturw. Wochenschr., IX. Bd. (1910), Nr. 1.



wie die Rügensche Schreibkreide, der Wiesenkalk oder Moorkalk entstehen: der Kaustobiolith geht dann zu den Akaustobiolithen über, zu denen auch die stark Kieselsäure führenden Sapropeliten, z. B. der Diatomeensapropelit, die Kieselgur, gehören kann.

Wenn nun auch bei der Faulschlammbildung die Zersetzung durch den Sauerstoffmangel sehr zurückgehalten wird, so hört sie doch nicht überhaupt auf. Sogar wenn der Zugang von Sauerstoff völlig ausgeschlossen ist, erfolgt eine sehr langsame Selbstzersetzung, die sich u. a. durch die Entwicklung von Kohlendioxyd und auch Methan (leichtem Kohlenwasserstoffgas) anzeigt; dabei nimmt der Sauerstoffgehalt des Kaustobioliths mehr und mehr ab, während der Wasserstoffgehalt so gut wie ständig derselbe bleibt. Dadurch entstehen verhältnismäßig wasserstoffreiche Kohlenwasserstoffe, d. h. Gesteine, die man als besonders bituminös zu bezeichnen pflegt. Diesen Zersetzungsvorgang bezeichnet Potonié als Bituminierung.

Die besonders wasserstoffreichen Kohlen, die Mattkohlen sind, gehören zu den Sapropeliten: aus der Tertiärzeit der Dysodil, aus dem Karbon die Kannelkohle, die Bogheadkohle u. a. Sapropelite gibt es in zahllosen und mächtigen Lagern in jeder geologischen Formation. Die Sapropeltone oder -mergel sind fossil unter dem Namen Stinkschiefer oder bituminöse Schiefer, die Sapropelkalke unter dem Namen Stinkkalk oder bituminöser Kalk bekannt.

Bei diesem sehr verbreiteten Vorkommen müssen bei den gebirgsbildenden Bewegungen der Erdkruste und den damit verbundenen Landsenkungen immer wieder Sapropelitlager in größere Tiefen geraten, wo eine höhere Temperatur herrscht. Diese, verbunden mit dem dort vorhandenen Drucke, wird vielfach die Sapropelite so weit angreifen können, daß es zu einer Druckdestillation kommt. Die Folge ist dann die Entstehung eines flüssigen Kohlenwasserstoffgemenges als Destillationsprodukt, das wir als Petroleum kennen. Unter denselben Bedingungen kann man im Laboratorium Petroleum schon aus rezentem Faulschlamm herherstellen. Es ist also nach dieser Klassifikation ein abgeleiteter Sapropelit.

Die zweite Gruppe bildet die Humusgesteine. Unter Humus versteht man jetzt das aus abgestorbenen Pflanzen oder Pflanzenteilen nach ihrer unvollständigen Zersetzung hervorgehende brennbare braune oder schwarze Material, von dem schon wenige Prozent genügen, um Sand oder Lehmboden dunkel zu färben. In getrocknetem Zustand ist Humus mehr fest — aber niemals so hart wie Sapropel —, filzig oder auch krümelig.

Die Urmaterialien für Humus sind solche Pflanzen, die mit dem Fuße im Wasser stehen und deren oberirdische Teile wesentlich an der Luft leben, also vorwiegend Sumpfpflanzen, die, an geeigneten Örtlichkeiten absterbend, mächtige Humuslager bilden, die sog. Moore. Der Humus der Moore ist der Moortorf. Außer ihm gibt es noch andere Humusarten, z. B. der Moder am Boden von Wäldern mit starkem Laubfall. Doch sind das nur untergeordnete Vorkommen.

Gegenüber der Bituminierung bei den Sapropeliten sprechen wir bei den Humusgesteinen von einer Inkohlung, die sich von ersterer dadurch unterscheidet, daß hier nicht nur der Sauerstoff-, sondern auch der Wasserstoffgehalt allmählich mehr und mehr abnimmt. Bei der Inkohlung entsteht also Humus (Torf, Braun- und Steinkohle), und dieses Erzeugnis der Natur ist kein Kohlenstoff, sondern ein Gemenge von Verbindungen. Bei der Verkohlung dagegen entsteht Holzkohle, die fossil in fast allen Kohlenlagern vorkommt und sich infolge von Brand u. dgl. zur Zeit der Entstehung des Lagers gebildet hat.

Auch in physikalischer und sonstiger Hinsicht unterscheiden die Sapropelite sich von den Humusgesteinen. Enthalten erstere nur eine hinreichende Menge organischer Substanz, so sind sie in lufttrockenem oder in fossilem Zustand ungemein hart und fest und nur durch starke Hammerschläge muschelig brechend zu zertrümmern. Humusgesteine hingegen, mögen sie rezent sein oder paläozoisches Alter haben, sind stets leicht mechanisch angreifbar. Unter dem Mikroskop zeigen sie in einer flockigen, sonst homogenen Grundmasse eingebettete, figurierte Bestandteile, die von höheren Landpflanzen herstammen, während die Sapropeliten Bestandteile von echten Wasserorganismen, mikroskopische Algen, kleine Krebse u. dgl. enthalten.

Unter den Humuslagerstätten der Gegenwart erzeugen ausschließlich die Moore gewaltige Mengen von Humus, sie allein sind in dieser Beziehung mit den Lagerstätten der fossilen Humusgesteine, den Braun- und Steinkohlenvorkommen zu vergleichen. Auch diese müssen einmal Flachmoore gewesen sein, und das hat sich namentlich für die Steinkohlenlager als richtig herausgestellt, nachdem unter Tropenklima, nämlich am Äquator auf Sumatra, ein großes Flachmoor entdeckt ist, dessen Pflanzentypen in wesentlichen Punkten an Eigentümlichkeiten von Karbonpflanzen erinnern (siehe Jahrb. VII, S. 127). Daraus ergibt sich die Richtigkeit der Anschauung, daß die Steinkohlenlager des Karbons fossile Moore vom Typus unserer heutigen Tropenflachmoore sind. Der Tropentorf ist ein besonders guter Brenntorf, und zwar ein absolut typischer Flachmoortorf.

Es ist wiederholt die Frage aufgeworfen worden, ob die Reihenfolge: Torf, Braunkohle, Steinkohle, Anthrazit den natürlichen Entwicklungsstadien des Humus-Kaustobioliths entspreche, d. h. ob aus Torf Braunkohle, aus dieser Schwarzkohle (Steinkohle) und aus dieser Anthrazit im Verlaufe der Zeiten werde. Nach Maßgabe der stattfindenden Selbstzersetzung wird ein Kaustobiolith immer sauerstoffärmer und reicher an Kohlenstoff. Demnach ist gegen die angegebene Reihenfolge vom Standpunkte der Chemie aus nichts einzuwenden. Sie wird durch alle übrigen Tatsachen unterstützt, die schlagend klarlegen, daß die Braun- und Steinkohlenlager Moore wie die heutigen Torflagerstätten gewesen sind. Trotzdem liegt etwas Berechtigtes in der Ansicht, daß aus der Braunkohle der Tertiärzeit nicht ganz genau dasselbe Material wie die Steinkohle der Steinkohlenformation werden kann. Der Flora der Steinkohlenzeit fehlten noch



völlig die harzausscheidenden Organe (oder sie traten doch sehr zurück), welche viele Pflanzen der Tertiärzeit besaßen als Mittel zum Wundverschluß. Eine stark harzhaltige Flora ergibt aber naturgemäß einen anderen Kaustobiolith wie eine Pflanzenwelt, deren chemische Materialien beinahe ausschließlich Kohlenhydrate sind, um so mehr, als Harze für unsere Begriffe so gut wie unzersetzbar sind und sich daher bei der weiteren Selbstzersetzung der Kaustobiolithe anreichern.

Die dritte Gruppe, die Liptobiolithe, umfaßt die in dem eben angedeuteten Sinne durch Übrigbleiben und Anreicherung entstandene Kaustobiolithe. Ein gutes Beispiel für ihre Entstehung liefert in der Gegenwart eine mit den Pelargonien verwandte südafrikanische Pflanzengattung: Sarcocaulon. Sie lebt in äußerst trockenen Gebieten und besitzt als Schutz gegen austrocknende Winde einen sehr starken Panzer aus Wachsharz. Die Pflanzen brennen daher wie Pech und Siegellack und werden u. a. Buschmannkerzen genannt. Ihren Panzer findet man häufig auf großen Strecken zahlreich herumliegend vor, während die gesamte übrige Pflanzensubstanz infolge Verwesens völlig verschwunden ist. Wo solches Pflanzenmaterial, durch Wind und Wasser zusammengetrieben, zur Ablagegerung gelangt, liegt eine Ablagerung von Liptobiolith vor. Eine rezente Ablagerung dieser Art, von der freilich die materialliefernden Pflanzen nicht bekannt sind, findet sich am Tanafluß in Britisch-Ostafrika. Der hier abgelagerte Liptobiolith ist Denhardtit genannt worden.

An einem deutschen Liptobiolithen, dem Pyropissit des Weißenfels-Zeitz-Altenburger Braunkohlenbezirkes, der jetzt allerdings fast völlig abgebaut ist, legt Prof. Potonié die Beschaffenheit und die Entstehung dieser Art der Kaustobiolithen des näheren dar.

Das Leben und seine Entwicklung.

Entwicklungslehre, allgemeine Biologie, Paläontologie.

Schutz den Naturdenkmälern! * Darwinistische Streitfragen * Molche und Drachen * Fossile Säugetiere * Der Stammbaum der Hummeln.

Schutz den Naturdenkmälern!

Dieser Ruf, zuerst von vereinzelten Stimmen zaghaft erhoben, erschallt gegenwärtig kräftig und immer kräftiger und hat in Preußen vor einem Lustrum zur Errichtung einer eigenen Zentralstelle für Naturschutz geführt, deren Sitz, bisher in Danzig, neuerdings nach Berlin verlegt ist. In der Pflege und dem Schutze der Denkmäler der Natur kann sich alt und jung, arm und reich, ohne Unterschied des parteipolitischen und konfessionellen Standpunktes zusammenfinden, um unersetzliche Werte zur eigenen Befriedigung und zur Freude der Nachwelt zu schützen und zu erhalten. Nachdem schon in einigen vorhergehenden Jahrgängen auf vereinzelte Beispiele dankeswerter Naturdenkmalpflege hingewiesen ist, seien diese Bestrebungen hier einmal auf Anregung des Herrn Prof. Dr. Conwentz, des staatlichen Kommissars für Naturdenkmalpflege in Preußen, in größerer Ausführlichkeit behandelt, und zwar im Anschluß an Heft 3 der „Beiträge für Naturdenkmalpflege", herausgegeben von H. Conwentz, und das Buch von Prof. W. Bock über Naturdenkmalpflege.*)



Keimende Frucht der Wassernuß.

Unter Naturdenkmälern sind nach den vom preußischen Kultusministerium ausgearbeiteten „Grundsätzen" besonders charakteristische Gebilde der heimatlichen Natur zu verstehen, vornehmlich solche, die sich noch an ihrer ursprünglichen Stätte befinden, seien es Teile der Landschaft oder Gestaltungen des Erdbodens oder Reste der Pflanzen- und Tierwelt. Als Beispiele zu schützender Naturobjekte werden genannt: die Schneegruben im Riesengebirge, das Bodetal im Harz, Heidefläche im Lüneburgischen, Hochmoor in Ostpreußen (Teile der Landschaft); Basaltfelsen mit säulenförmiger Absonderung im Rheinland, der Muschelkalk mit Gletscherschrammen bei Rüdersdorf, die Kreidesteilküste auf Rügen, der Waldboden der Braunkohlenzeit in der Lausitz, Endmoränen und erratische Blöcke im Flachland (Gestaltungen des Erdbodens); die Salzflora bei Artern, die Steppenflora im Weichselgebiet, Zwergbirkenbestände in der Lüneburger Heide und im Harz, der Buchenbestand bei Sadlowo in Ostpreußen, der Eibenbestand in der Tuchler Heide, die Mistel bei Segeberg, die Wassernuß bei Saarbrücken, Habmichlieb (Zwergaurikel, Primula minima) im Riesengebirge (Reste der Pflanzenwelt); marine bezw. nordische Reliktformen in Binnengewässern, der Biber und andere schwindende Arten in Altwässern der Elbe, das Möwenbruch bei Rossitten, die Kormorankolonie in Westpreußen, der Lummenfelsen auf Helgoland (Reste der Tierwelt).

Schon diese kurze Beispielsammlung läßt ahnen, wie groß die Fülle der schutzbedürftigen Naturobjekte ist; im nachfolgenden soll eine Anzahl örtlicher Maßnahmen seitens staatlicher Behörden, Gemeinden, Korporationen und Privater zum Schutze solcher Objekte angeführt werden, einerseits um

*) „Beiträge zur N.", Berlin 1909, Verlag Bornträger; W. Bock, die Naturdenkmalpflege, Stuttgart 1910, Strecker u. Schröder (Naturwiss. Wegweiser, Serie A Band 16).

die Aufmerksamkeit für weitere, des Schutzes noch bedürftige Naturdenkmäler zu schärfen, anderseits um den erfreulichen Wetteifer und die erfolgreiche Tätigkeit der genannten Kreise zu schildern. Die nachfolgenden Fälle gehören, soweit sie sich auf Preußen beziehen, großenteils in das Jahr 1908, für die übrigen Gebiete auch in frühere oder spätere Zeit.

In Ostpreußen wurde eine Stelle der Steilküste des Samlandes, der sog. Bernsteinküste, eines der hervorragendsten Naturdenkmäler der Provinz, durch Polizeiverordnungen gegen bauliche Verunstaltung und gegen Verunzierung durch Reklame u. s. w. geschützt. In Westpreußen erklärte das bischöfliche Domkapitel von Kulm einen in der Ferse liegenden großen erratischen Block aus Biotitgneis für unantastbar und wies den Gutsbeamten an, ihn zu schützen. Im Regierungsbezirk Danzig erließ die Forstverwaltung für alle Reviere ein Verbot des Fangens und Tötens von Schwarzstorch, Kranich, Uhu, Kormoran, Mandelkrähe und Haselmaus. Der Abschuß des Fischreihers wurde unter besondere Kontrolle gestellt und die Schonung des Wanderfalken, Schwarzspechtes, Wiedehopfes, Eisvogels u. a. unter besonderen Verhältnissen empfohlen. Ferner bleiben geeignete Bäume für Höhlenbrüter nach Möglichkeit mit dem Hieb verschont, auch wurden in den letzten Jahren verschiedene Vogelschutzgehölze angelegt. Der Kreis Putzig sicherte durch Ankauf die aus säulenförmigen Diluvialsandsteinbildungen bestehende Mechauer Höhle, eine der größten Seltenheiten im norddeutschen Flachlande. Die Stadt Danzig ließ ein ihr gehörendes Gelände mit Eryngium campestre, der nächsten Verwandten der längs der ganzen deutschen Küste unter Schutz gestellten, leider schon stark dezimierten Stranddistel, mit einer starken Einfriedung zum Schutze gegen Weidevieh und gegen das Publikum versehen. Die ziemlich seltene Pflanze erreicht dort die Ostgrenze ihrer Verbreitung. Schöne erratische Blöcke wurden seitens der Stadt Neustadt und seitens des Grafen v. Keyserlingk auf Schloß Neustadt als Naturdenkmäler in ihren Waldungen unter Schutz gestellt. Im Regierungsbezirk Marienwerder wurde eine größere Moorfläche mit Strauchbirke, Betula humilis, unter Schutz gestellt, ebenso eine etwa 120jährige Kiefer, die in 6 Meter Höhe am Stamme eine kleinblättrige Mistel trägt. Endlich hat die Ansiedlungskommission für Westpreußen und Posen Sorge dafür getragen, daß zwei Stellen, der Lorenzberg und die Schluchten von Kaldus, von der Besiedlung ausgeschlossen werden, da sie einen besonders reichen Bestand an pontischen Pflanzen tragen, die ihre Heimat und ihr Hauptverbreitungsgebiet in den Steppen Südosteuropas haben.

In der Provinz Brandenburg ist das als Naturdenkmal geschützte Plagefenn nebst Plagesee, ein Moorgebiet mit eigenartiger Tier- und Pflanzenwelt, seitens hervorragender Spezialforscher näher untersucht. Die bei Wittenberge im Besitze dieser Stadt befindlichen Dünen mit ihrer typischen Flora werden wahrscheinlich erhalten bleiben, und der noch immer fortdauernde Kampf um den Bestand der Waldungen Groß-Berlins wird hoffentlich auch manchem Naturdenkmal zu gute kommen.

In Pommern traf die Regierung Maßnahmen zum Schutze der Stranddistel. Die Forstverwaltung ordnete die Erhaltung bemerkenswerter Bäume und Baumbestände an, u. a. der Reste ehemaliger Eibenbestände, von Elsbeeren, starken Eichen u. s. w. Eine im Besitze der Stadt Nörenberg befindliche, hervorragend schöne Endmoränenlandschaft blieb dank der Tätigkeit der verschiedenen maßgebenden Stellen vor der Zerstörung bewahrt; Brutstellen von Höckerschwan, Rohrdommel und anderen bemerkenswerten Vögeln auf fiskalischem Gelände im Regierungsbezirk Stralsund werden geschont, ebenso einige Stellen mit urwüchsigen oder durch Alter und Schönheit ausgezeichneten Baumbeständen.

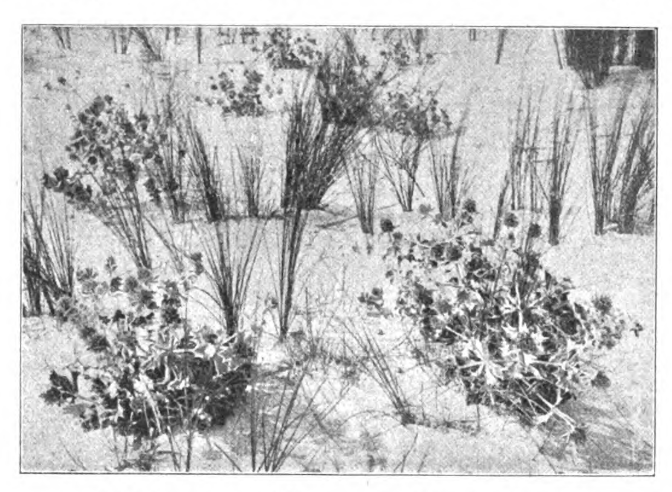


Höhle mit säulenförmigen Diluvialsandsteinbildungen. Als Naturdenkmal durch Ankauf geschützt.

In Schlesien wurden nicht nur die Maßnahmen zum Schutze der Seltenheiten der Riesengebirgsflora, besonders des Habmichlieb, ausgedehnt, sondern auch der Beschädigung des Kugelgranits im Krötenloch bei Schwarzbach gewehrt, alte, schon zum Abtrieb verkaufte Bäume von schönem Wuchs gerettet und viel für Anlegung und Sicherung von Vogelschutzgehölzen getan.

In der Provinz Sachsen wurde an der Schonung und Erhaltung des Bibers gearbeitet; leider haben alle bisherigen Maßnahmen den Rückgang dieser seltenen Tierart nicht aufhalten können, die in den beiden in Betracht kommenden Oberförstereien seit dem Jahre 1884 von 66 bis auf 24 Stück zusammengeschmolzen war. Die Stadt Wernigerode beschloß, eine ganze Reihe von Naturdenkmälern ihrer Forsten dauernd zu schonen und zu schützen, darunter eine Anzahl von Granitklippen und Felspartien, besonders alte oder merkwürdig gestaltete Buchen und Eichen (Zwieselbäume), sowie einzelne seltenere Pflanzen, wie den Straußfarn und das Frühlingsteufelsauge.

In Schleswig-Holstein sind erfreuliche Fortschritte in der Gewährung des Schutzes an Seevögel durch Einrichtung, Pachtung und Ankauf von Inseln oder Inselteilen gemacht worden. Der ornithologische Verein in Hamburg pachtete den Ellenbogen auf Sylt, der Verein Jordsand ebenda bemühte sich um Erhaltung der Vogelwelt auf der Hallig Jordsand und kaufte zu gleichem Zwecke die Insel Norderoog an; die fiskalische Insel Trischen vor der Elbemündung wurde zu Vogelschutzzwecken von dem Landrat zu Meldorf gepachtet. Auf der zum Hamburgischen Staatsgebiete gehörenden Insel Neuwerk ist innerhalb gewisser Einfriedungen das Eiersammeln und Schießen auf Vögel verboten. Unter den Tierchen, um deren Schutz es sich handelt, befinden sich die Silbermöwe, Sturm-



Stranddistel (Eryngium maritimum). Durch Regierungsverordnungen gegen Ausrottung geschützt.

möwe, Brand- und Raubseeschwalben, Fluß- und Küstenseeschwalben, Zwergseeschwalben, Eiderenten, Bergenten, Regenpfeiferarten, Austernfischer, Rotschenkel u. a.

In Hannover wurden nicht nur vereinzelte alte Baumriesen (Großmuttereiche mit 7·20 Meter Stammumfang) und merkwürdige Wuchsformen (Süntelbuchen), sondern auch ganze urwüchsige Bestände unter Schutz gestellt. Ein solcher ist der urwüchsige alte Eichenwald in der königl. Oberförsterei Seelzerturm, wahrscheinlich der Überrest eines ehemals dichteren Urwaldbestandes, dessen Alter auf etwa 600 Jahre geschätzt werden kann. Der Wald enthält auf verhältnismäßig kleinem Areal etwa 100 Eichen von hervorragender Größe und Dicke (z. T. über 2 m dick) und eigenartigem knorrigästigem Wuchs; sie ragen zwischen gepflanztem jüngeren Nachwuchs auf, Buchen und Eichen, die auch schon 80- bis 100jährig sind. Eine interessante Waldflora, die durch einige ihrer Arten die Unberührtheit des Bodens beweist, herrscht hier und an den Waldrändern. Auf einigen Nordseeinseln wurden Vogelschutzkolonien eingerichtet und auf wirksame Weise gegen Plünderungen und Störungen zur Brutzeit gesichert.

Die Provinz Westfalen hat ein ausgezeichnetes Naturdenkmal, die Porta westfalica, die nach Errichtung des Kaiser Wilhelm-Denkmals daselbst auch eine historisch denkwürdige Stätte geworden ist, durch Ankauf eines Steinbruches, dessen Betrieb die Schönheit des Landschaftsbildes in empfindlicher Weise beeinträchtigte, für den Betrag von 60.000 Mark, vor weiterer Verunstaltung gesichert. In der Rheinprovinz wurde ein ebenfalls durch Steinbruchanlagen in seinem Bestande gefährdetes Naturdenkmal, die im unteren Ahrtal gelegene Landskron, eine mächtig aufstrebende Felsgruppe von Basaltlava und Säulenbasalt, durch Ankäufe vor weiterer Verunstaltung geschützt, und zum Schutze einer anderen Basaltkuppe, des Tombergs in der Nähe von Wormersdorf, sind Vorkehrungen getroffen. Bestände der grauen Heide (Erica cinerea) und der Hülse (Ilex aquifolium) sind unter Schutz gestellt (Regierungsbezirk Köln), alles dies in erfreulichem Zusammengehen staatlicher und städtischer Behörden.

Handelte es sich in den vorstehenden, aus den „Beiträgen zur Naturdenkmalpflege" entnommenen Beispielen meist um die schützende Tätigkeit staatlicher und kommunaler Organe, also gewissermaßen um amtliche Pflege, so bleibt auch die private, freiwillige hinter ihr nicht zurück. Die Tätigkeit von Vereinen und einzelnen Personen auf diesem Felde zeigt, wie allgemein die Wichtigkeit dieser Bestrebungen für Volkstum und Heimatgefühl heutzutage schon anerkannt wird. Deshalb werden noch einige Beispiele dieser freiwilligen Betätigung am Platze sein.

Wohl der erste Pflanzenhort in Deutschland ist eine Heidefläche bei Moosburg in Bayern, die vom Botanischen Verein in Landshut im Jahre 1877 erworben wurde, und andere naturwissenschaftliche Vereine Bayerns haben bis in die jüngste Zeit hinein in ähnlichem Sinne gewirkt. So hat auf Antrag des Vereines zum Schutze und zur Pflege der Alpenpflanzen (Sitz in Bamberg) das Bezirksamt Berchtesgaden unter dem 21. Mai 1910 in dankenswerter Weise distriktspolizeiliche Vorschriften zum Schutze einheimischer Pflanzen erlassen, u. a. des stengellosen Enzians, des Türkenbunds, verschiedener Orchideen und der Hirschzunge. Nach § 2 dieser Vorschriften wird als Pflanzenschonbezirk ein Gebiet erklärt, das einerseits von der Landesgrenze, anderseits von einer Linie begrenzt wird, die vom Torrener Joch nach dem Königsbergbach, von hier zum Kessel, dann über den Königssee zum Eisbach, diesem entlang zur Hirschwiese, von dieser über die Rotleitenschneid zum Großen Hundstod verläuft. Auf diesem Gebiete ist das Pflücken, Abreißen, Ausgraben, Ausreißen, Sammeln und Fortbringen wildwachsender Pflanzen aller Art verboten; ausgenommen ist das Sammeln von Pflanzen zu wissenschaftlichen Zwecken auf Grund eines widerruflich ausgestellten Erlaubnisscheines.

Wenn auch die Einrichtung eines solchen Pflanzenschonbezirkes, der schon wegen seiner Größe nicht ausreichend kontrolliert werden kann, niemals

ein so geeignetes Mittel ist, einzelne als Naturdenkmäler zu betrachtende Gewächse vor Ausrottung zu bewahren, wie es die Erwerbung und völlige Abschließung gewisser Bodenabschnitte darstellt, so ist die Schonbezirkseinrichtung anderseits doch vorzüglich dazu angetan, das große Publikum an die Idee der Schonung der Flora im allgemeinen zu gewöhnen, es zu erziehen in dem Sinne, dem der alte Trojan Ausdruck gibt in den Versen:

Brichst du Blumen, sei bescheiden,
Nimm nicht gar so viele fort!
Sieh, die Blumen müssen's leiden,
Zieren sie auch ihren Ort.
Nimm ein paar, und laß die andern
In dem Grase, an dem Strauch,
Andre, die vorüberwandern,
Freun sich an den Blumen auch.
Nach dir kommt vielleicht ein müder
Wandrer, der des Weges zieht,
Trüben Sinns — der freut sich wieder,
Wenn er auch ein Blümlein sieht.

Es ließe sich noch eine große Anzahl von Beispielen anführen, in denen Vereine und Körperschaften der verschiedensten Art durch Ankauf von Gelände oder einzelnen Naturobjekten, durch Pachtungen, Geldbeihilfen oder Herbeiführung behördlicher Maßnahmen für die Erhaltung von Naturdenkmälern gesorgt haben. Zahlreich sind auch, wie Prof. W. Bock anführt, die Beispiele, in denen ein Naturdenkmal das Auge des Forschers oder des Künstlers auf sich zog und ihn veranlaßte, aus wissenschaftlichen oder ästhetischen Gründen seine Erhaltung herbeizuführen. Professor Kraus in Würzburg kaufte zu Studienzwecken ein Landstück im Spessart mit Vegetation des Wellenkalkes an, Apotheker Schiötz in Odense ein Gelände mit Arctostaphylos alpina (Alpenbärentraube) in Jütland, den einzigen Standort im Flachlande. Defregger, Gabriel v. Seidl, Ubbelohde und andere Maler schützten Bäume von schönem Wuchse, Professor Thomsen erwarb ein Stück Heide am Wilseder Berg mit zypressenartigen Wacholdern, Professor Rudorff alte Eichen bei Lauenstein am Ith. Auch gekrönte Häupter haben sich als Schützer der Natur erwiesen. König Ludwig I. hat schon im Jahre 1846 eine mächtige Eiche von 10 Meter Stammumfang bei Moosach durch Ankauf geschützt. König Leopold II. von Belgien kaufte natürliche Landschaften an und überwies sie als Geschenk an das Volk mit der Bedingung, daß sie unverändert bleiben sollten.

An einem trefflichen Beispiel hat Professor Conwentz gezeigt, daß nicht nur Großgrundbesitzer, wie z. B. der Fürst Schwarzenberg in seinen böhmischen Waldungen, sondern auch der kleine Besitzer an seinem bescheidenen Teile den Denkwürdigkeiten der Natur Schutz angedeihen lassen kann. Auf einer Ackerfläche des Einödhofes Diesl in Bayern steht eine mächtige Eiche, deren stärkster Ast an der Basis einen Umfang von 3·70 Metern hat. Obschon der Baum dem Felde nicht unerheblichen Nachteil bringt und auch von Jahr zu Jahr an Holzwert verliert, wird er vom alten Dieslbauer sorgsam geschützt. Auf die Frage, ob die Eiche etwa in nächster Zeit entfernt werden solle, antwortete er treuherzig: „Schaun S', mein Ahnl hat's nöt umbracht, mei Vata hat's nöt braucht, und i bi a nöt verdorbn dabei, und du, Bua (zu seinem 48jährigen Sohne), wanns d' den Hof amal kriagst, du darfst a nöt umhaun."

Auch in anderen Staaten wird eifrig unter der Flagge des Naturdenkmalschutzes gearbeitet. In Schweden sind z. B. am 1. Januar 1910 drei dem Naturschutz dienende Gesetze in Kraft getreten. Das erste beschäftigt sich mit den Maßnahmen, die zu treffen sind, um eine Gegend oder einen Gegenstand als Naturdenkmal unter Schutz zu stellen. Das zweite behandelt die Nationalparks, die Eigentum der Krone sind. In ihnen ist das Zerstören oder Beschädigen von Naturgegenständen, das Bearbeiten oder Wegschaffen von Mineralien, das Fällen und Beschädigen von Bäumen, das Mitnehmen von Pflanzen und Pflanzenteilen, das Jagen, Fangen und absichtliche Töten von Tieren aller Art und ähnliches bei hohen Strafen verboten.

Auch in der Schweiz ist ein Naturpark im Entstehen begriffen, nämlich das Val Cluozza im Kanton Graubünden, Bezirk Inn. Er dürfte in Mitteleuropa einzig in seiner Art sein, da hier sogar noch Bären vermutet werden, die in anderen Gebieten der Schweiz seit vier Jahrzehnten schon ausgerottet sind. Das 7 Kilometer lange Tal ist geographisch so abgeschlossen und auf der einzigen Zugangsseite so leicht zu versperren, daß das von Menschenhand nicht gestörte Gedeihen der Tier- und Pflanzenwelt während 20 Jahre eine reiche Ausbeute interessanter Entdeckungen für Botanik und Zoologie verspricht. Die Wildheit des völlig unbewohnt gebliebenen Tales, seine schwere Zugänglichkeit und die bis heute noch wenig berührten Waldungen werden seine Überleitung aus dem jetzigen Zustand halber Wildheit in den gänzlicher Verwilderung erleichtern. Die zur Erhaltung dieses Naturparks nötigen Summen werden eifrig gesammelt, und es wird auch an die Errichtung weiterer Reservationen in der Schweiz gedacht.

Zweifellos werden alle diese Bestrebungen im Laufe der Jahrzehnte erfreuliche Früchte tragen, und wir geben uns der Hoffnung hin, den Lesern auch ferner von manchem schönen Beispiel erfolgreicher Naturdenkmalpflege berichten zu können. Für diesmal möge es genügen, auf die Wege und Ziele dieser schönen Bestrebungen, die jedem Naturfreunde und Freunde der Naturkunde am Herzen liegen müssen, verwiesen zu haben.

Darwinistische Streitfragen.

In einem sehr bemerkenswerten Buche tritt Graf Arnim-Schlagenthin*) auf Grund seiner züchterischen Erfahrungen als energischer Gegner der Selektionstheorie auf. Einige Sätze aus seiner Arbeit werden seinen Stand-

*) Der Kampf ums Dasein und züchterische Erfahrung. Berlin 1909, Verlag P. Parey.

punkt schnell charakterisieren. Anknüpfend an den Bathybius, den angeblich organischen, seiner eigentlichen Natur, ja seiner Existenz nach aber durchaus noch nicht sichergestellten Tiefenschlamm (Urprotoplasma) sagt er:

„Da die Haeckelsche Schule anscheinend völlig den Unterschied zwischen den chemischen Vorgängen und denen des Lebens verkennt, seine Immensität von ihr nicht verstanden wird, so sei doch hier noch ausdrücklich darauf hingewiesen, daß es sich nicht bloß um den nach Haeckel so leichten Sprung der toten Materie in das Gebiet des Lebens handelt, sondern darum, daß das automatisch aus unbelebtem Schleim entstandene Lebewesen, Bathybios, von vornherein, trotz seiner absoluten Formlosigkeit und seines absoluten Mangels an Organen, Gefühl und Bewußtsein befähigt sein mußte, in den Kampf ums Dasein zu treten und obendrein seine Fähigkeiten auf seine Nachkommen zu vererben. Konnte es das nicht, so war natürlich nirgends von einem survivel of fittest, von einem Überleben des Geeignetsten und einer Vererbung der in diesem Kampfe erworbenen Körper- und Geistesgaben der Frau Bathybios, geborenen Haeckel, die Rede.

„Da aber der Nutzen des Kampfes ums Dasein erst eintreten konnte, wenn die Bathybien auf die Einflüsse der äußeren Welt irgend wie zu reagieren vermochten, ihre Reize auf sie einwirkten, jeder Reiz aber nur wirksam, richtiger als solcher existent wird, wenn ihm ein reizbares Wesen gegenübersteht, Frau Bathybios, geborene Haeckel (der Witz gefällt ihm sehr), in Ermangelung jeder Organisation absolut durch nichts gereizt werden konnte, stellt die Behauptung ihrer gänzlich unbewiesenen Realität uns nicht nur vor das Welträtsel, wie ein Lebewesen ohne Organe, die es reizempfindlich machen konnten, doch unsere Urgroßmutter werden, sondern auch vor das weitere Welträtsel, wie Haeckel und andere einen solchen Gedanken fassen konnten.

„Die Annahme, daß die unbekannte Ursache, welche die ersten Zellen oder die Organismen, aus denen Zellen entstanden, oder die Zellenkomplexe schuf und diese mit Anlagen ausstattete — man kann sie Gott nennen oder mit einem anderen Namen belegen —, wiederholt unter sich ähnliche und unähnliche Muster benutzte und vielleicht von vornherein sehr komplizierte Organismen, die den heute existierenden in nichts Wesentlichem nachstanden, nach diesen Mustern erzeugte, ist ebenso wahrscheinlich als die, welche anscheinend der rezipierten Lehre Haeckelscher Schule entspricht, daß nur eine Art Plasmaklümpchen am Anfang vorhanden war. Sie ist sogar deshalb vielleicht wahrscheinlicher, weil sie den ungeheuren Formenreichtum einigermaßen erklärlich scheinen ließe. Denn nichts steht, wenn man diese Annahme macht, der weiteren Annahme entgegen, daß durch Kreuzungen von einer relativ geringen Zahl ähnlicher oder ähnlich veranlagter Zellen oder komplizierter Zellenkomplexe zahllose Kombinationen, und auf diesem Wege der unendliche Formenreichtum entstanden seien, den oder dessen Überbleibsel wir jetzt bewundern. Diese Erklärung der Entwicklung stände mit der züchterischen Erfahrung jedenfalls in besserer Übereinstimmung als der Versuch, den Kampf ums Dasein als gestaltgebendes Moment fungieren zu lassen, wozu er nicht geeignet ist."

Der ewige Irrtum, als habe Darwin den Kampf ums Dasein für das gestaltgebende Moment erklärt, kehrt natürlich auch hier wieder. Daß die Kluft zwischen sog. anorganischer Materie und organischem Stoffe vielleicht nicht unüberbrückbar sei, ja vielleicht gar nicht bestehe, ahnt Graf Arnim nicht. Er möchte an den Anfang der organischen Entwicklung am liebsten hochorganisierte Zellen setzen, welche die Anlage der höchsten Entwicklung bereits in sich tragen; noch lieber ist ihm die Annahme, daß mit der reizenden poetischen Schöpfungsgeschichte der Bibel oder etwas ähnlichem das organische Leben begann. Wie das organische Leben dieses Kunststück anfangen soll, das wollen wir des Verfassers Sorge sein lassen. Die heutige Wissenschaft scheint ihm zur Beantwortung solcher Fragen noch nicht reif.

Ein sehr vorsichtiger Vertreter dieser heutigen Wissenschaft, der Kieler Universitätsprofessor Dr. J. Reinke,*) äußert sich über die Abstammungslehre folgendermaßen:

„Die große Mehrzahl der lebenden Arten hat in früheren Erdperioden noch nicht existiert; die Mehrzahl der in den früheren Abschnitten der Erdgeschichte lebenden Arten ist heute ausgestorben. Setzt man alle diese Organismen nach der äußeren Gestalt ihres Körpers wie nach seiner inneren Struktur zueinander in Beziehung, so entsteht die Frage, ob nicht ein genetischer Zusammenhang besteht zwischen den ausgestorbenen Arten der früheren Erdepochen und den lebenden Arten der Gegenwart. Die Deszendenztheorie oder Abstammungslehre glaubt diese Frage zuversichtlich bejahen zu können."

Prof. Reinke zeigt nun, daß es zwar kein Beispiel dafür gebe, daß sich eine Art oder gar eine Gattung in eine andere verwandelt hätte, wohl aber zahlreiche Tatsachen, daß aus einer Art neue Unterarten oder Rassen entstehen, deren Merkmale in der Fortpflanzung sich auf ihre Nachkommen vererben. Damit gelangen wir in das Gebiet der Variation, welche Darwin zum Ausgangspunkt seiner Abstammungslehre gemacht hat. Nur ein Teil der bei der Fortpflanzung entstehenden Abänderungen ist erblich. De Vries hat für die Entstehung solcher erblichen Rassen das Wort Mutation angewandt. Aus dieser Erfahrungstatsache der Entstehung erblicher Rassen hat eine spekulative Naturbetrachtung den Analogieschluß gezogen, daß auch die Arten, die Gattungen und die Familien der Lebewesen ihren Ursprung aus anderen Arten u. s. w. genommen haben. In diesem Sinne, also bezüglich des Ursprungs der Arten und Gattungen, ist die Abstammungslehre nicht das beweisbare Ergebnis der Erfahrung, sondern eine allgemeine Idee, die bei Übertragung auf die einzelnen Typen der Pflanzen- und Tierwelt zahlreiche Hypothesen umspannt.

*) Grundzüge der Biologie. Heilbronn 1909. Verlag E. Salzer.

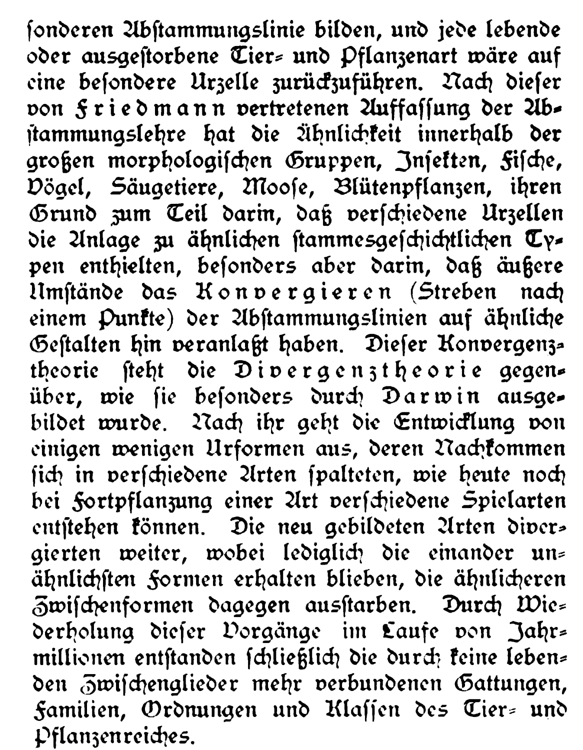


„Die Mehrzahl der Biologen", sagt Professor *Reinke*, „ist aber in hohem Maße von der Richtigkeit dieser Idee überzeugt, und ich selbst habe den Grad ihrer Sicherheit dem der geometrischen Axiome *) verglichen, wonach z. B. die gerade Linie zwischen zwei Punkten den kürzesten Weg bildet. Die Berechtigung der Abstammungsidee auf dem Gebiete der theoretischen Biologie kann um so weniger bestritten werden, als in der Physik und Chemie der Äther, die Elektronen, die Atome, Moleküle und Strukturformeln gleichfalls der unmittelbaren Wahrnehmung unzugänglich sind und, an philosophischem Maßstabe bemessen, nur als Ideen oder Hypothesen bewertet werden können. Physiker und Chemiker halten jene Hypothesen aber für unentbehrliche Bausteine ihrer theoretischen Lehrgebäude."

In der Deszendenztheorie verschlingen sich nach *Reinke* Wissen, Mutmaßung und Glaube aufs engste miteinander. Wir glauben an anders gestaltete Vorfahren der lebenden Tiere und Pflanzen, wie wir an Moleküle, an Atome und an Elektronen glauben. Die Erfahrung und das Experiment, die sich beide nur auf Varietäten und Kreuzungen stützen können, rufen die Phantasie des Naturforschers zu Hilfe, um Abstammungslinien zu ersinnen, deren Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit sich erörtern läßt, und die man durch verschiedenartige Beweisgründe zu stützen sucht.

Die Abstammungslehre fordert als Ausgangspunkt alles Lebenden erste Zellen, die sog. *Urzellen*, die entweder aus dem anorganischen Material der hinreichend abgekühlten Erdrinde hervorgegangen oder aus dem Weltraume auf die Oberfläche unseres Planeten eingewandert sein könnten. Jedenfalls sind sie als etwas Gegebenes anzusehen, wie z. B. für den Chemiker die Eigenschaften der Elemente ein Gegebenes sind. Der von der Abstammungstheorie geforderte einzellige Zustand aller Lebewesen muß lange vor der kambrischen Zeit bestanden haben, in einer Phase des Erdballs, von der die Paläontologie nichts weiß; denn im Kambrium gab es neben den einzelligen Radiolarien schon hochorganisierte Krebse, Kopffüßer und Armfüßer, im Silur und Devon schon Fische, Farne und Gymnospermen (Sigillarien, Stigmarien, vereinzelte Nadelholzarten).

Eine erste Frage der Abstammungstheorie ist die, ob nach Erkaltung der Erdoberfläche eine, mehrere oder zahlreiche Urzellen auf ihr erschienen sind. Im ersteren Falle würden alle späteren Pflanzen und Tiere Nachkommen jener einen Urzelle sein, zwischen allen Lebewesen bestände Blutsverwandtschaft, während im zweiten Falle von einer Blutsverwandtschaft aller Tiere und Pflanzen, wie eine einseitige Spekulation sie annimmt, keine Rede mehr sein kann. Waren indes die Umstände, wie Prof. *Reinke* annimmt, dem gleichzeitigen Auftreten mehrerer Urzellen günstig, so ist nicht einzusehen, warum nicht Millionen und Milliarden von Urzellen über den ganzen Erdball hin gleichzeitig entstanden sein sollten. Dann aber konnte jede dieser Urzellen den Ausgangspunkt einer be-


sonderen Abstammungslinie bilden, und jede lebende oder ausgestorbene Tier- und Pflanzenart wäre auf eine besondere Urzelle zurückzuführen. Nach dieser von *Friedmann* vertretenen Auffassung der Abstammungslehre hat die Ähnlichkeit innerhalb der großen morphologischen Gruppen, Insekten, Fische, Vögel, Säugetiere, Moose, Blütenpflanzen, ihren Grund zum Teil darin, daß verschiedene Urzellen die Anlage zu ähnlichen stammesgeschichtlichen Typen enthielten, besonders aber darin, daß äußere Umstände das *Konvergieren* (Streben nach einem Punkte) der Abstammungslinien auf ähnliche Gestalten hin veranlaßt haben. Dieser Konvergenztheorie steht die *Divergenztheorie* gegenüber, wie sie besonders durch *Darwin* ausgebildet wurde. Nach ihr geht die Entwicklung von einigen wenigen Urformen aus, deren Nachkommen sich in verschiedene Arten spalteten, wie heute noch bei Fortpflanzung einer Art verschiedene Spielarten entstehen können. Die neu gebildeten Arten divergierten weiter, wobei lediglich die einander unähnlichsten Formen erhalten blieben, die ähnlicheren Zwischenformen dagegen ausstarben. Durch Wiederholung dieser Vorgänge im Laufe von Jahrmillionen entstanden schließlich die durch keine lebenden Zwischenglieder mehr verbundenen Gattungen, Familien, Ordnungen und Klassen des Tier- und Pflanzenreiches.

Neben der Divergenz kommt aber auch eine mehr oder weniger weit gehende *Umwandlung von Arten in unverzweigten Stammlinien* in Betracht. Die Vorläufer des Pferdes bilden hiefür ein wichtiges Beweisstück. Weil in der Tertiärzeit diese verschiedenen Typen *nacheinander* auftraten, hat man daraus den Schluß gezogen, daß sie durch Umwandlung *auseinander* hervorgegangen seien. Dieser verlockende Schluß liegt im Interesse einer konsequenten Abstammungslehre. Es darf indes nicht verkannt werden, daß von einem *zwingenden Beweise* der Abstammung jener verschiedenen Pferdetypen voneinander nicht gesprochen werden darf. Alle jene Vorläufer des Pferdes können auch ausgestorbene Endglieder besonderer Entwicklungsreihen vorstellen, während die wirklichen Vorfahren unseres jetzigen Pferdes uns unbekannt geblieben sind. Die Wissenschaft darf nicht weiter gehen, als zu sagen: Jene paläontologischen Vorläufer des Pferdes, deren Entwicklungsgang besonders an den Zähnen und an den Füßen sich offenbart, können vielleicht seine stammesgeschichtlichen Vorfahren gewesen sein.

Gewiß kann man die Ähnlichkeit der Arten und Gattungen, besonders auch im anatomischen Bau der Tiere, als ein *Argument* für gemeinsame Abstammung ansehen; ein bündiger *Beweis* dafür läßt sich aber damit nicht führen. Die Übereinstimmung der Merkmale schließt auch eine anderweitige Erklärung nicht aus. Man könnte den Grund dafür suchen bereits in ähnlichen Anlagen der Urzellen. Bei der Mannigfaltigkeit der Lebewesen werden sich überhaupt stets größere und geringere Ähnlichkeiten finden, nach denen man sie klassifizieren wird, auch wenn kein durch Abstammung begründeter Zusammenhang bestehen sollte. Für *eine* Tatsache allerdings hat die Wissenschaft

*) Selbstverständliche, eines Beweises nicht bedürfende Wahrheiten.



keine andere Erklärung zu finden vermocht, als die eines gemeinsamen Ursprungs: das sind die rudimentären Organe, die sich wohl nur als stammesgeschichtliche Verkümmerung deuten lassen, was Prof. Reinke durch mehrere Beispiele belegt.

Hinsichtlich des Menschen nimmt heute die große Mehrzahl der Biologen an, daß auch seine ersten Stufen sich gleich denen der übrigen höheren Lebewesen aus unvollkommeneren Stammesembryonen, die selbst noch nicht Menschen waren, entwickelt haben; allein man kennt diese Phylembryonen der Gattung Homo nicht. Nach den vielen hierüber geführten Erörterungen kann wohl als Ergebnis gelten, daß die Abstammung des Menschen von einem Menschenaffen der Tertiärzeit als unwahrscheinlich fallen gelassen worden ist. Dagegen glauben manche, daß der Mensch und die lebenden Menschenaffen (Gibbon, Gorilla, Schimpanse, Orang) aus einer gemeinsamen Stammesembryonenreihe hervorgegangen seien, und daß auch der in Java fossil gefundene Pithekanthropus erectus sich durch Divergenz aus dieser Wurzel abgezweigt habe. Die körperliche Ähnlichkeit zwischen Mensch und Menschenaffen hat zu dieser Mutmaßung geführt, die aber Mutmaßung bleibt, solange nicht die Paläontologie Belegstücke für die Richtigkeit der Hypothese geliefert hat. Noch wahrscheinlicher könnte die Annahme dünken, daß schon die Vorfahren der gesamten Affen sich genetisch von den Phylembryonen des Menschen getrennt haben, weil der Fuß des Menschen ein so eigenartiges Organ ist und die Hände der hinteren Extremitäten der Affen bereits eine spezialisierte Anpassung an ein Kletterleben darstellen. Die größere Ähnlichkeit zwischen Mensch und Menschenaffe (mit Einschluß der chemischen Beschaffenheit des Blutes) wäre dann als Konvergenzerscheinung anzusehen. Auch bei solcher Annahme gemeinsamer Phylembryonen von Zweihändern und Vierhändern läßt sich die Frage nicht umgehen, warum denn nicht alle Phylembryonen zu Menschen geworden sind, sondern der größere Teil von ihnen die rein tierischen Gattungen der lebenden Affen hervorgebracht hat.

Zu diesen Fragen, die den menschlichen Geist wohl noch lange beschäftigen werden, sehe man auch die Erörterungen von Prof. H. Klaatsch im Schlußabschnitt dieses Jahrganges.

Über eine sehr wichtige Streitfrage der Vererbungslehre, nämlich die Frage, ob die Umwandlung der Arten sich durch Vererbung der im individuellen Leben erworbenen Merkmale vollziehe, verbreitet sich ein Vortrag von Prof. Dr. E. H. Ziegler.*) Diese in gröbster Form zuerst von Lamarck ausgesprochene Annahme wurde von Ch. Darwin zur Pangenesistheorie umgebildet. Er unterschied viel schärfer als Lamarck und seine Anhänger die Beeinflussung des Körpers von der Beeinflussung der Keimzellen; er erkannte, welche Schwierigkeit darin liegt, daß die Veränderungen, welche die Organe infolge äußerer Einflüsse erfahren haben, sich auch auf die Geschlechtszellen übertragen sollen, derart, daß in der nächsten Generation die Veränderung als erbliche Eigenschaft auftritt. Zur Erklärung dieses Vorganges, von dem es eben noch fraglich ist, ob er tatsächlich vorkommt, stellte Darwin die Hypothese auf, daß aus allen Organen winzige Teilchen in die Keimzellen einwandern und dort die Eigenschaften der Organe in das Keimplasma überführen. Diese Anschauung ist eine reine Hilfshypothese für den vorliegenden Zweck, d. h. sie kann nicht durch anderweitige Tatsachen, etwa durch anatomische oder histologische Verhältnisse bewiesen werden. Im Gegenteil hat das Experiment in vielen Fällen erwiesen, daß die Keimzellen dem Körper gegenüber in ziemlich hohem Grade physiologisch selbständig sind.

Die Pangenesishypothese ist denn auch von den bedeutendsten Lamarckisten der neueren Zeit zu Gunsten einer anderen verlassen worden. Haeckel und Semon benutzen den von E. Hering stammenden Gedanken, daß das Gedächtnis eine Grundfunktion der organischen Substanz sei, und sehen in der Vererbung einen Gedächtnisvorgang. „Als eine ganz besonders interessante Tatsache im Seelenleben der einzelligen Radiolarien", sagt z. B. Haeckel, „ist hier noch die außerordentliche Fähigkeit ihres Gedächtnisses hervorzuheben. Denn die relative Konstanz (Beständigkeit), in welcher jene 4000 Arten die regelmäßige und oft sehr verwickelte Form ihres schützenden Kieselgehäuses von Generation zu Generation vererben, erklärt sich nur dadurch, daß die Baumeister desselben, die unsichtbaren Plasmamoleküle der Pseudopodien (Scheinfüßchen), ein feines „plastisches Distanzgefühl" und eine treue Erinnerung an die Architektentätigkeit ihrer Vorfahren besitzen; immer von neuem bauen die feinen formlosen Plasmafäden dieselben zierlichen Kieselschalen mit regelmäßigem Gitterwerk und mit schützenden Radialstacheln und Schwebebalken, die von denselben Stellen ihrer Oberfläche in gleichen Abständen ausstrahlen." (Der Kampf um den Entwicklungsgedanken, S. 77.) Aber es läßt sich leicht nachweisen, daß der Vorgang der Vererbung mit einem Erinnern nur eine oberflächliche Ähnlichkeit hat; Gedächtnis und Vererbung können vielleicht bildlich verglichen, aber nicht als etwas Gleichartiges betrachtet werden.

Diesem Lamarckismus stellt Prof. Ziegler die Lehre A. Weißmanns gegenüber, die durch neuere Versuche vielfach gestützt und bestätigt worden ist, während zu Gunsten des Lamarckismus die Ergebnisse nur weniger Experimente angeführt werden können, und auch diese lassen eine verschiedenartige Deutung zu.

Ausgehend von der Tatsache, daß die Keimzellen relativ unabhängig sind von den Körperzellen und sich bei vielen Tieren in der Embryonalentwicklung schon früh von ihnen differenzieren, unterscheidet Weißmann das Keimplasma von dem Plasma der Körperzellen, und dementsprechend die Veränderungen, welche an das Keimplasma gebunden sind, die sog. blastogenen Veränderungen, von denen, welche nur den Körper betreffen, den somatogenen Veränderungen. Im Gegensatz zum Grundprinzip des Lamarckismus bestreitet der

*) Naturw. Wochenschr. IX. (1910), Nr. 13.



Weißmannismus die Vererbung der im individuellen Dasein erworbenen Eigenschaften.

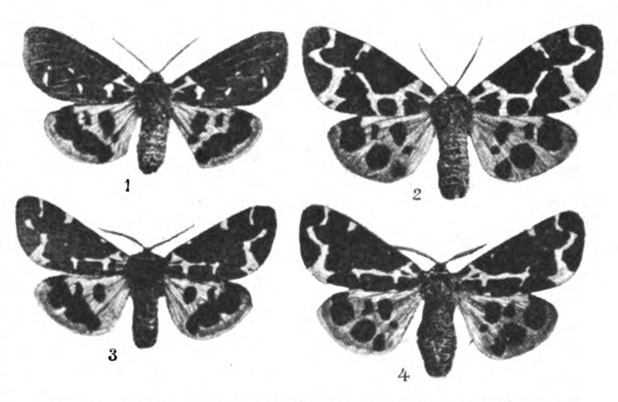
Die angeblichen Beweisstücke des Lamarckismus sind im Laufe der Zeit erheblich an Zahl zusammengeschmolzen. Vom Individuum erlittene Verletzungen und Verwundungen haben sich bei allen eigens dazu angestellten Experimenten als nicht vererbbar erwiesen; ebenso ist die Vererbung der durch ein Trauma verursachten Veränderungen (auf die Nachkommen vererbbare Epilepsie) durch neue Versuche widerlegt worden. Andere Fälle, die anscheinend für Vererbung erworbener Eigenschaften sprechen, lassen sich eher zu Gunsten des Weißmannismus als des Lamarckismus deuten, wie folgender Fall zeigt.

Bei den Experimenten von Standfuß und E. Fischer an Schmetterlingen hat sich gezeigt, daß man bei manchen Arten durch Abkühlung oder durch Erhitzung der Puppen dunklere Exemplare erzielen kann. Meistens vererbt sich diese Wirkung nicht, es liegt also eine Beeinflussung des Körpers vor, welche keine Wirkung auf die Keimzellen nach sich zieht. Bei einigen Versuchen hat sich aber scheinbar eine Vererbung gezeigt; bei einem Bärenschmetterling (Arctia caja) hat Dr. E. Fischer in Zürich zwei durch Kältewirkung dunkler gemachte Individuen zur Fortpflanzung gebracht, dann die Puppen der Nachkommen unter normaler Temperatur gelassen und doch wieder dunkle Exemplare erhalten. So erzählt, scheint der Fall ein deutlicher Beweis für die Vererbung einer erworbenen Eigenschaft zu sein. Aber schon der Experimentator selbst hat darauf aufmerksam gemacht, daß dieser Beweis nicht bindend ist, da der Vorgang auch so aufgefaßt werden konnte, daß der durch die Abkühlung erzeugte Reiz sowohl die Flügel als auch das Keimplasma in den Keimzellen beeinflußte, also ein sog. Simultanreiz war. Manche der Nachkommen sind in höherem Grade abgeändert als die Eltern, indem am Hinterflügel die kleinen schwarzen Flecken mit den großen zusammenhängen, die bei den Eltern noch nicht zusammengeflossen waren. Dr. Fischer erklärt diese Tatsache so, daß die Temperatur die Fortpflanzungszellen der Eltern nicht nur gleichzeitig und in demselben Sinne, sondern auch stärker veränderte, als die elterlichen Flügel.

Nun gibt es auch Fälle, wo es gelungen ist, das Keimplasma allein zu beeinflussen, ohne daß der Körper verändert wird. Das haben besonders die Versuche von W. L. Tower an mehreren Arten der Chrysomelidengattung Leptinotarsa bewiesen, eine Käfergattung, die durch den Koloradokäfer auch bei uns seinerzeit bekannt geworden ist. Tower setzte die Puppen der Käfer der Wärme oder der Kälte aus und erhielt so dunklere und hellere Tiere, nämlich bei mäßiger Einwirkung dunkle, bei starker Wärme oder Kälte helle Exemplare. Alle diese Abänderungen waren aber nicht erblich, stellten also nur eine Beeinflussung des Körpers dar ohne Beeinflussung der Keimzellen.

Tower fand aber, daß man auch erbliche Abänderungen erzeugen kann. Wenn er die Käfer zur Zeit des Wachstums der Keimzellen, also nach dem Ausschlüpfen aus der Puppe, der Wärme und der Feuchtigkeit aussetzte, erhielt er zwar keine sichtbare Veränderung an dem Käfer selbst, aber stark abgeänderte Nachkommen. Es gelingt also, das Keimplasma zu beeinflussen, ohne daß der Körper verändert wird. So wurden u. a. sechs Männchen und sechs Weibchen der Art Leptinotarsa multitaeniata in mit Feuchtigkeit gesättigter Luft der Wärme (etwa 30 Grad) ausgesetzt. Die Nachkommen waren 43 Exemplare der dunklen Varietät L. melanothorax und 16 Exemplare der rötlichen Varietät L. rubicunda. Beide Varietäten waren erblich konstant. Die elterlichen sechs Paare brachten bei folgenden Eientwicklungsperioden, welche nicht beeinflußt waren, wieder normale Tiere hervor.

Noch überraschender war das Ergebnis folgenden Versuches. Im Mai 1902 wurden sieben Paare aus einer schon im Jahre zuvor beobachteten Zucht von L. decemlineata während der



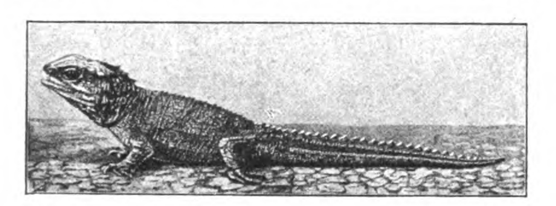
Kälteaberrationen beim „deutschen Bär" (Arctia caja). 1 und 2 Elternpaar aus auf —8° C abgekühlten Puppen. 3 und 4 Nachkommen, Puppen bei normaler Temperatur.

ersten Hälfte ihrer Fortpflanzungsperiode der Hitze und der Trockenheit ausgesetzt. Aus den so beeinflußten Eiern wurden 64 Käfer gezogen, nämlich 20 anscheinend normale L. decemlineata, 23 L. pallida, 5 L. immaculathorax und 13 L. albida. Die 20 anscheinend normalen Exemplare wurden weiter zur Fortpflanzung gebracht. Als der Winter kam, zeigten die Nachkommen ein eigenartiges Verhalten, indem sie sich nicht in die Erde eingruben, wie dies normale Tiere tun, sondern an der Oberfläche blieben. Schon Anfang Januar begannen sie sich fortzupflanzen, und ein Teil ihrer Nachkommen schritt in diesem Jahre noch viermal zur Fortpflanzung. Es war eine neue Rasse entstanden, welche die neue Eigenschaft besaß, fünf Generationen im Jahre zu bilden und die im nächsten Jahre wiederum fünf Generationen hervorbrachte, während normalerweise L. decemlineata nur zwei Generationen jährlich hat.

Towers Versuche sind in verschiedener Hinsicht von großer theoretischer Bedeutung. Zunächst zeigen sie deutlich den Unterschied der erblichen und nicht erblichen Abänderungen, wobei merkwürdig ist, daß die ersteren dem Ansehen nach oft den letzteren völlig gleichen. In der Botanik unterscheidet man die nicht erblichen Abänderungen als Modifikationen von den samenbeständigen Ab-

änderungen, den echten Variationen und Mutationen.

Die erblichen Abänderungen zeigen sich in den Versuchen Towers nicht bei den Eltern, sondern erst bei den Nachkommen, sind also nicht im Sinne des Lamarckismus aus entsprechenden Beeinflussungen des elterlichen Körpers, sondern aus einer unsichtbaren Beeinflussung des Keimplasmas abzuleiten. Die Art der Abänderung hängt weniger von der Art des Reizes als vielmehr von der Natur der Spezies ab. Die Ursachen solcher erblichen Abänderungen waren bis jetzt ganz verborgen, die experimentelle Erzeugung durch Tower ist daher äußerst wichtig. Dadurch ist der empirische Beweis erbracht, daß die äußeren Verhältnisse unter gewissen Umständen das Keimplasma beeinflussen und erbliche Abänderungen hervorrufen können. Weißmanns Idee, daß die erblichen lokalen Varietäten, z. B. Löwe der Berberei, Senegallöwe, Löwe des Kaplandes, persischer Löwe, indischer oder Gudscheratlöwe, durch eine Beeinflussung des Keimplasmas seitens klimatischer oder anderer äußerer Verhältnisse entstanden seien, erhält so eine experimentelle Bestätigung.



Brückenechse (Hatteria punctata), Vertreter einer schon im Perm auftretenden Echsenordnung.

Aus der ganzen bisherigen Darstellung ergibt sich, daß die experimentelle Forschung keine direkten Beweise für die Berechtigung des Lamarckismus — Vererbung einer durch Gebrauch erworbenen Eigenschaft — ergeben hat. Selbst ein auf Seite des Lamarckismus stehender Autor wie Plate, muß zugeben, daß ein experimenteller Beweis für die Vererbung einer Gebrauchswirkung (funktionelle Abänderung) noch nicht erbracht ist. Man hat jedoch indirekte Beweise dafür aufgestellt, daß gewisse Vorgänge der stammesgeschichtlichen Entwicklung ohne den Lamarckismus nicht erklärt werden können. Das wichtigste Beweisstück dieser Art, nämlich die rudimentären Organe oder Rückbildungen, widerlegt Prof. Ziegler in ausführlicher, den Rahmen unserer Darstellung überschreitender Weise, um mit den Worten zu schließen: Die Fortschritte, welche die Vererbungslehre in den letzten zwanzig Jahren gemacht hat, sind nicht dem Lamarckismus zu verdanken, sondern sie wurden im Zeichen des Weißmannismus errungen.

Molche und Drachen.

Der Fortschritt der geologischen und paläontologischen Forschung hat für verschiedene Tiergruppen ein beträchtlich höheres Alter ergeben, als man früher annahm. Immer mehr Gruppen hat man über das Kambrium hinaus verfolgen können. So kennt man die ältesten Reptilien jetzt aus der Steinkohlenformation, die Eidechsen, deren älteste Vertreter früher aus den oberen Juraschichten bekannt waren, reichen jetzt bis zur Trias zurück, und ebenso hat man, wie Dr. Th. Arldt berichtet,*) nach Ansicht verschiedener Paläontologen das Alter der modernen Amphibien oder Lurche weit zurückzuschieben.

Auch ihre ältesten Reste gehörten bisher, wie die der typischen Eidechsen, der Kreide an. Nun ist im Perm von Texas und Illinois ein Tier, Lysorophus tricarinatus, gefunden, das nach zwei amerikanischen Paläontologen ein echter Molch ist, der sich von den jetzigen Formen hauptsächlich durch die großen und breiten Rippen unterscheidet. Am Hinterhauptsbein besitzt es zwei Gelenkhöcker wie die lebenden Amphibien; die Gestalt war schlangenähnlich, und wahrscheinlich lebte das Tier im Schlamme wühlend.

Diese Stellung des Lysorophus innerhalb der Amphibien ist allerdings nicht unbestritten; ein anderer Forscher schreibt ihm drei Gelenkhöcker zu und stellt ihn zu den echten Reptilien, indem er seine Ähnlichkeit mit der südlichen Doppelschleiche (Amphisbaena) hervorhebt. Nach ihm war dieser angebliche Molch ein wurmförmiges Reptil, das ein unterirdisches grabendes Leben führte. Es wäre demnach als ältester Vertreter der Eidechsen anzusehen.

Neue Untersuchungen über die Anatomie der Mikrosaurier aus der amerikanischen Steinkohlenformation haben den Paläontologen R. L. Moodie zu der Ansicht geführt, daß diese Saurier die Vorfahren sowohl der Reptilien als auch der Amphibien sein können.*) Diese Mikrosaurier, die im amerikanischen Karbon eine große Rolle spielen, sind reptilienähnliche Amphibien mit wohlentwickelten Gliedmaßen und langem Schwanze und stimmen auch in ihrem Skelettbau weitgehend mit den Reptilien überein. Die wenigen Unterschiede, die in der Verknöcherung der Mittelhand- und Mittelfußknochen, im Besitze zweier Kreuzbeinwirbel und höher entwickelter Beinknochen bei den Reptilien liegen, sind kein unüberwindliches Hindernis. Sonst stimmen die Mikrosaurier mit den alten Reptilien überein im Besitze interzentraler Rippen, d. h. solcher, die zwischen den Wirbelkörpern ansetzen, im Fehlen von Interzentren, in der Ausbildung der Wirbelsäule, des Brust- und Schultergürtels, in der Bildung der Gliedmaßen und anderem.

Die angegebenen Unterschiede rechtfertigen es, eine Klassengrenze zwischen beiden Gruppen zu ziehen und die Mikrosaurier zu den Amphibien zu stellen; jedoch beweisen sie nichts gegen die auf Abstammung beruhende Zusammengehörigkeit. Man hat geglaubt, daß sich unter den Mikrosauriern keine Formen fänden, von denen man die breitköpfigen Kotylosaurier ableiten könnte; doch zeigt die neugefundene Gattung Erpetosaurus gerade zu ihnen eine auffallende Ähnlichkeit und besitzt besonders auch einen breiten massiven Schädel.

*) Naturw. Rundsch., XXV. Jahrg. (1910), Nr. 4.

*) Naturw. Rundsch., XXV, Nr. 9 u. 30, Ref. von Dr. Th. Arldt.

Merkwürdige Tiere wie der Lysorophus waren auch die Aïstopoden, die man mit den tropischen Blindwühlen hat zusammenbringen wollen. Diese fußlosen Stegozephalen der Steinkohlenzeit finden sich häufig mit knöchernen Kammplatten zusammen, die wahrscheinlich in der Kloakengegend saßen und als Hilfsmittel bei der Paarung dienten, in ähnlicher Weise wie warzen- und dornähnliche Auswüchse der Haut an den Vorderfüßen und der Brust der männlichen Frösche und an den Hinterfüßen der Molche. Solche Kammplatten hat man beinahe nur bei fußlosen Formen gefunden.

Im Anschluß an seine Untersuchungen stellt Moodie eine neue Klassifikation der Amphibien auf, die, wie die Jaekelsche, die alte „Stegozephalen"-Ordnung als unnatürlich kennzeichnet. Als Stegozephalen (Panzerlurche) werden nur die temnospondylen und stereospondylen Panzermolche zusammengefaßt (Jaekels Sklerozephali). Die Mikrosaurier und die fußlosen Aïstopoden bilden mit einer amerikanischen Gattung von zweifelhafter Stellung die Holospondylen. Die Branchiosaurier endlich werden zu den echten Amphibien gestellt, die von ihnen abstammen dürften.

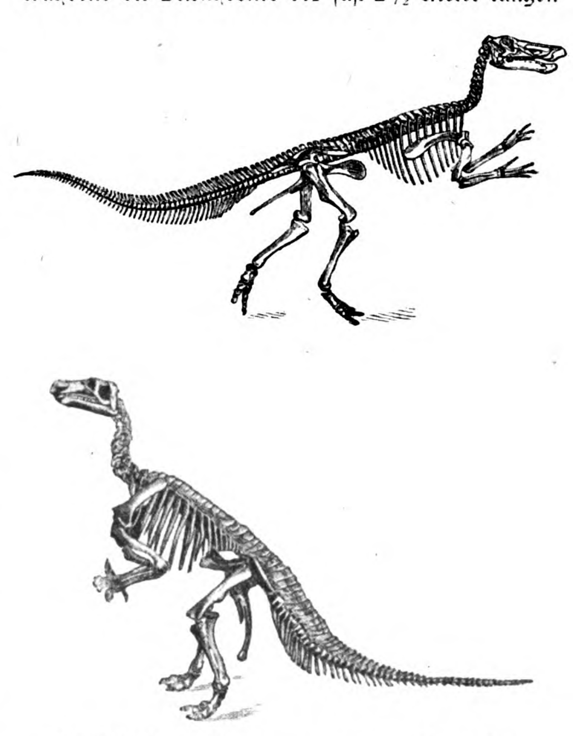
Interessieren die alten Amphibien hauptsächlich wegen ihrer stammesgeschichtlichen Beziehungen, so ziehen die ausgestorbenen Dinosaurier besonders ihrer Größe und Lebensweise halber an; das deutet schon ihre deutsche Bezeichnung als Drachen oder Lindwürmer an. Man hat sie nach der Form des Schädels und besonders des Gebisses in fünf Gruppen eingeteilt, die jedoch nicht von allen Forschern mehr anerkannt werden; doch hat sich auch noch keine neue Einteilung allgemeine Anerkennung schaffen können.

Die erstaunliche Mannigfaltigkeit der Form und Größe innerhalb dieser Ordnung fossiler Reptilien setzt für ihre Entwicklung und Ausbreitung beträchtliche Zeiträume voraus. Der amerikanische Paläontologe R. S. Lull nimmt sieben bis acht getrennte Linien der Dinosaurier an, deren gemeinsame Vorfahren noch nicht bekannt, deren Anfänge aber mindestens in die untere Trias zu verlegen sind.*) Eine dieser Linien bilden die gehörnten Dinosaurier oder Keratopsier, welchen Lull eine besondere interessante Arbeit gewidmet hat.**)

Die Keratopsier lebten während der obersten Kreide in einem schmalen Gürtel Nordamerikas, der von Alberta, einem Distrikt im Südwesten Kanadas, bis Neu-Mexiko reichte. Hier traten sie ziemlich plötzlich auf, und obwohl sich ihre Entwicklung auch weiterhin nicht in allen Einzelheiten verfolgen läßt, kann man doch einen Fortschritt erkennen.

Die primitivste Gattung, Monoklonius, besitzt ein kräftiges Nasenhorn und daneben nur ganz schwach ausgeprägte Stirnhörner. Auch die Knochenkrause, die sich hinter ihnen emporwölbt, ist noch nicht vollkommen geschlossen, da an den Seiten noch große Öffnungen vorhanden sind. Bei fortschreitender Entwicklung wird das Nasenhorn allmählich kleiner, das Stirnhornpaar wächst zu immer bedrohlicherer Größe heran, wie sich schon bei der nächsten Gattung, Keratops, zeigt. Von der nun wahrscheinlich folgenden Gattung, Agathaumas, die den Übergang zu dem bekannten Trikeratops bildet, fehlt leider das Schädelskelett.

Erst beim Trikeratops ist die Schutzkrause voll ausgebildet, und nicht nur hinsichtlich ihrer, sondern auch nach der sonstigen Beschaffenheit und Körpergröße stellt diese Gattung den Gipfelpunkt in der Entwicklung der Keratopsier dar. Bei Triceratops elatus ist das Nasenhorn fast ganz verkümmert, während die Stirnhörner des fast $2^1/_2$ Meter langen Schädels gewaltige Länge besitzen. Eine seitliche Abzweigung von den „Dreihörnigen" in ihrer ältesten Form bildet der zweihörnige Dikeratops, bei dem das Nasenhorn völlig verschwunden ist.



Zwei Riesensaurier, Claosaurus annectens und Ignanodon Bernissartensis.

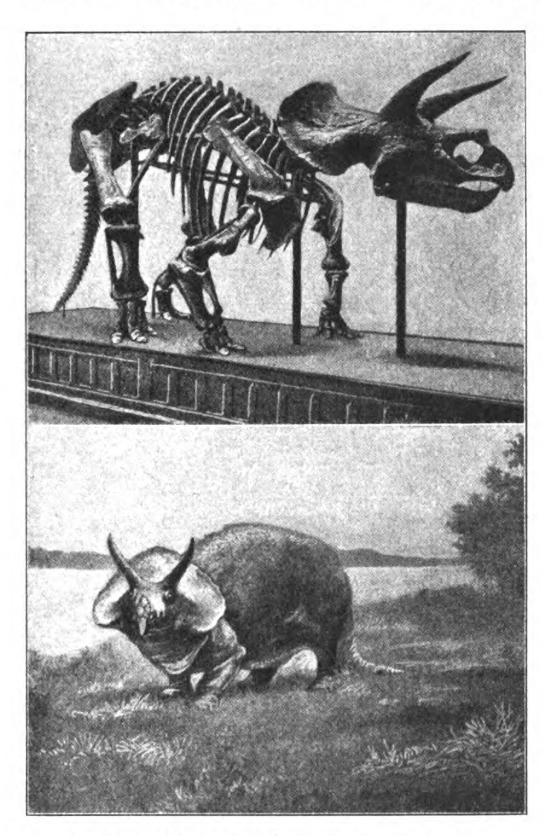
Dem Wechsel der Bewaffnung ging parallel ein Wechsel in der Angriffsweise. Das Nasenhorn eignete sich bei den leichteren, beweglicheren Stammformen gut zum Aufwärtsstoßen, während die mit dem Größenwachstum des ganzen Tieres wachsende Länge der Stirnhörner den Angriff mit gesenktem Kopfe nötig machte, eine Angriffsform, die bei dem Gewichte des riesigen Angreifers unwiderstehlich sein mußte. Der Hauptfeind des Trikeratops war vielleicht der riesige fleischfressende Dinosaurier Tyrannosaurus, dessen Überreste in denselben Schichten lagern. Die Hörner und die das Rückgrat und die großen Adern schützende Knochenkrause des Trikeratops mußten gegenüber den Angriffen des riesigen Räubers den besten Schutz gewähren. Wenn die Keratopsier dennoch bald ausstarben, so ist ihre Vernichtung wohl weniger den räuberischen Dino-

*) The Americ. Journ. of Science vol. XXIX. (1910), p. 1—39.

**) Proceed. of the 7. Internat. Zool. Congress 1910.

sauriern, sondern eher klimatischen Veränderungen, einer Verkleinerung und Austrocknung der Sümpfe am Ende der Kreidezeit zuzuschreiben.

Mit dem vielgenannten Diplodokus beschäftigt sich eine Abhandlung von Dr. J. Versluys,*)



Vollständiges Skelett und Rekonstruktion eines Trikeratops.

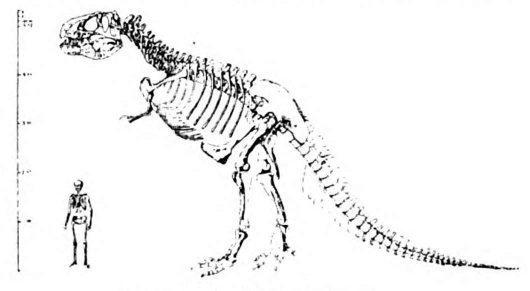
welche die bisher fast stets in bejahendem Sinne beantwortete Frage: Waren die sauropoden Dinosaurier Pflanzenfresser? von neuem einer Untersuchung unterwirft. Unter allen Zoologen, die sich mit dieser Frage beschäftigten, scheint Tornier fast der einzige zu sein, der den Diplodokus und seinesgleichen nicht für Pflanzenfresser erklärt. Er weist darauf hin, daß das Gebiß des Diplodokus ganz ungeeignet sei zur Bewältigung von Pflanzen und gar von weichen Algen; letztere zumal ließen sich mit Stiftzähnen, wie diese Dinosaurier sie haben, nicht festhalten, würden sich auch sofort in Masse in die Lücken der Zahnreihen einschieben und dadurch jedes Weiterfressen des Tieres unmöglich machen. Daß die Zähne keine Abnutzungsspuren aufweisen, braucht nicht allein pflanzlicher Nahrung zugeschrieben zu werden; auch weichhäutige oder glatte Kleintiere, wie Frösche, Fische und ungekaut verschluckte Muscheln werden das Gebiß nicht abnutzen. Dann aber, sagt Tornier, hat der Diplodokusschädel ein weiteres Merkmal, das ganz sicher beweist, daß er ein Fangapparat für Kleintiere gewesen sein muß.

„Betrachtet man nämlich den Unterkiefer, so zeigt derselbe eine höchst seltsame schöpflöffelförmige Niederbiegung seines Spitzenabschnitts. Ein solcher Unterkiefer bei offenem Munde mit etwas niedergedrückter Zunge und dadurch ausgehöhltem Mundboden durch Wasser oder Schlamm geführt war ein geradezu vollendeter Schöpfapparat für Tiere von geringer Größe. Man kann sagen, er war ebenso vollkommen für diesen Zweck wie der des Pelikans. Und dann war außerdem die Schnauze dieses Tieres entenschnabelartig breit und flach.

„Dann beweisen ferner Riesengröße und Bauchumfang des Diplodokus, daß er niemals allein von Algen und weichen Pflanzen, ja überhaupt nicht von Pflanzen allein gelebt haben kann. Der Bauchumfang ist nämlich bei ihm nur mäßig groß, denn seine Rippen sind nur wenig gewölbt und die Bauchlänge ist im Verhältnis zum Gesamttier gering; dieses Tier hat also auch ein verhältnismäßig nur kleines Gedärm gehabt, und dieses soll nun den Riesenkörper, an dem Hals, Schwanz und die Gliedmaßen enorm waren, mit Stoffen ernährt haben, die nicht einmal 20% Nährwert besaßen, d. h. also, wenn sie ausreichen sollten, an Umfang ungeheuer sein mußten und im Körper selbst einen Riesenraum für Lagerung und Bearbeitung erforderten, der nicht vorhanden war? Nein; für dieses Tier war Fleischnahrung die einzig auskömmliche."

„Wenn aber nun außerdem noch fast alle zurzeit lebenden Amphibien und Eidechsenartigen (Lazertilier), dann alle Schlangen und die weitaus meisten Vögel ihre Nahrung nur unzerkaut hinunterschlingen, warum soll der Diplodokus nicht dasselbe getan haben, wenn seine Mundbildung mit aller Entschiedenheit dafür spricht?"

„Noch vollendeter als der Mund des Diplodokus ist aber — nebenbei gesagt — der des Morosaurus als Fangapparat für Getier, und diese beiden Sauropoden stehen einander recht nahe. Bei Morosaurus zeigt nämlich nicht nur der Unterkiefer die bereits erwähnte löffelartige Niederbiegung seines Vorderabschnitts in Vollendung, sondern hier ist außerdem noch der Oberkiefer ganz eigenartig hoch-



Restauration des Tyrannosaurus rex.

gewölbt; was der Verbiegungsscheitel in seinem Mundrand beweist. Dieser Mund war infolgedessen eigentlich dauernd offen und wurde schon durch ein nur ganz winziges Niedergehen des Unterkiefers zu geradezu ungeheuerlicher Weite aufgerissen. Und auch dieser geradezu einzigartige Fangapparat für Tiere soll nur dazu dagewesen sein, um flottierende Algen einzusammeln?"

*) Zool. Jahrbücher, Abt. f. System. usw., Bd. (1910), 3 und 4 Heft.

Dr. Versluys schließt sich diesen Ausführungen im ganzen an, meint aber, daß der Bau der Sauropoden eher darauf hinweise, daß diese Tiere Fischfresser waren, was ja auch Tornier nicht in Abrede stellt. Sowohl Morosaurus wie Diplodokus sind wahrscheinlich im stande gewesen, beim Öffnen des Maules auch ihren Oberkiefer zu heben. Dies ermöglichte den Tieren, ihr Maul noch etwas schneller zu öffnen, wäre aber bei Pflanzenfressern ohne ersichtlichen Vorteil gewesen. Dagegen erleichterte diese Beweglichkeit des Oberkiefers den Sauropoden die Erbeutung der aus Fischen bestehenden Nahrung durch plötzliches Zugreifen mit weitgeöffnetem Maule, was ihnen der überaus kräftige und bewegliche Hals ermöglichte.

Hals und Kopf der Sauropoden bilden zusammen ein außerordentlich kräftiges Greiforgan, womit sie zweifellos auch unter Wasser schnelle, weit ausholende Bewegungen haben ausführen können. Aus dem Bau der Wirbelsäule geht nicht nur hervor, daß die Sauropoden ihren Kopf in jeder Richtung und in einem großen Umkreise bewegen konnten, sondern der Bau läßt auch auf eine außergewöhnlich kräftige Halsmuskulatur schließen, durch welche die Tiere befähigt wurden, diese Bewegungen auch sehr schnell und unter Überwindung eines bedeutenden Widerstandes auszuführen. Für das Abweiden von Pflanzen aus einiger Entfernung wären zwar weitausholende, aber doch nur langsame Bewegungen des Kopfes nötig, und diese würden weder die sehr kräftige Halsmuskulatur noch die außerordentlich geringe Größe des Kopfes verlangen. So weist vielmehr alles darauf hin, daß die Nahrung der Sauropoden aus Wassertieren bestanden haben muß, die sich so schnell bewegen konnten, daß sie nur mittels einer plötzlichen, recht schnellen Bewegung des Kopfes von dem Räuber erfaßt werden konnten. Dies könnten nur Fische, Amphibien oder Krebse gewesen sein. Der Panzer der letzteren widerstand jedenfalls dem schwachen Gebiß der Sauropoden, und Amphibien waren schwerlich in so großer Menge vorhanden, daß sie ihre Hauptnahrung bilden konnten; so kommen wir zu dem Ergebnis, daß diese Hauptnahrung jedenfalls aus Fischen bestanden haben dürfte. Daß die Sauropoden daneben auch andere Tiere, gelegentlich auch kleinere Mengen pflanzlicher Nahrung nicht verschmäht haben mögen, erscheint recht gut möglich, ist aber für das Verständnis ihrer Organisation von nebensächlicher Bedeutung.

Die Deutung der Sauropoden als Fischfresser bringt sowohl den Bau dieser Tiere wie ihre Entstehung aus primitiven Dinosauriern dem Verständnisse näher. Man kann sich die Entwicklung der Sauropoden aus primitiven Theropoden (Plateosauriden) unter dem Einflusse der veränderten Ernährungsweise etwa folgendermaßen denken:

Fleischfressende Theropoden nahmen schon in der Triaszeit die Gewohnheit an, vom Ufer der Flüsse aus Fische zu fangen. Dabei mußten sie natürlich ihren Vorderkörper senken, gaben zeitweise die aufrechte Haltung auf den Hinterbeinen und dem Schwanze auf und stützten sich auch auf die Vordergliedmaßen, die bei diesen primitiven Theropoden vielleicht noch öfter beim Gehen benutzt wurden und noch nicht die weitgehende Rückbildung zeigten, welche sie bei späteren Theropoden aufweisen. Die Vorderbeine spielten beim Fange der Fische keine Rolle; diese wurden durch plötzliches Zugreifen mit dem Maule erbeutet, wobei der schon bei den Theropoden ziemlich lange und bewegliche Hals nützlich war. Indem diese Tiere nun sich immer ausschließlicher von Wassertieren ernährten und sich immer mehr zu fischfressenden und dementsprechend amphibischen Tieren ausbildeten, entstanden aus ihnen die Sauropoden. Diese fingen an, sich mehr oder weniger weit ins Wasser zu begeben, um die etwas weiter vom Ufer entfernten Fische erreichen zu können; dabei werden sie wohl auf allen vieren gestanden haben, und im Zusammenhang damit glich sich größtenteils der etwa bei der Stammform vorhandene Größenunterschied zwischen vorderen und hinteren Gliedmaßen aus, indem die vorderen wieder an Länge zunahmen. Die aufrechte Haltung wurde wohl nur noch gelegentlich eingenommen. Beim Stehen im Wasser muß ein erhebliches Körpergewicht, besonders ein massiger Bau der Beine, vorteilhaft gewesen sein, da die Tiere mit ihnen auch in schnellfließenden und tiefen Gewässern ruhig stehen konnten. Dies begünstigte wohl die Entstehung der bekannten riesigen Dimensionen bei den sauropoden Dinosauriern.

Prof. Dr. Gustav Tornier, dessen Arbeit über die richtige Körperstellung des Diplodokus den Lesern noch im Gedächtnis sein wird (siehe Jahrb. VIII, S. 117), vertritt in einer Abhandlung mit dem Titel: „War der Diplodokus elefantenfüßig?" die Ansicht, daß die Füße dieses Riesentieres Scharrfüße von guter Ausbildung waren.*) Im Gegensatz zu dem Verhältnis bei manchen höheren Säugetieren war der Hinterfuß leistungsfähiger im Scharren als der Vorderfuß. Den Nutzen dieses Scharrorgans sieht Prof. Tornier darin, daß er sich als Landtier zur Lagerstatt eine Stelle des Erdbodens glätten mußte, um sich niederlegen zu können. Ohne Bereitung eines solchen Lagers — Kessels, wie der Jäger sagt — würden die Rauhigkeiten jedes Bodens einem so riesigen Tiere bald Druckbeschwerden bereiten und Ausruhen und Schlafen unmöglich machen. Der Körperumfang des Diplodokus muß eine recht ansehnliche Scharrarbeit nötig gemacht haben. Ferner konnten ihm die Scharrkrallen auch noch dazu dienen, aus Ufersand und Sumpfboden die Beute, Krebse, Muscheln und anderes Getier, hervorzuholen, sein Gelege im Sande zu verscharren, falls er wirklich eierlegend war, und Bodenerhebungen durch Einkrallen in die Erde leichter zu ersteigen. Die Scharrfüße waren also für den Diplodokus von größtem Nutzen.

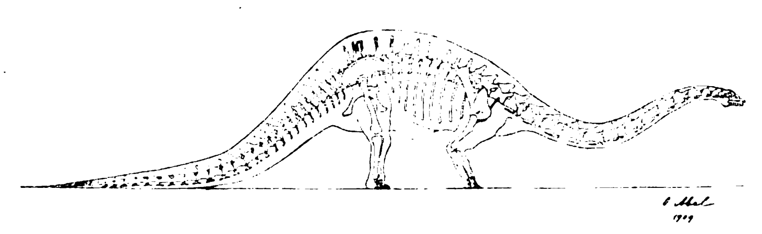
Wie schwierig es ist, anscheinend so einfache Fragen, wie die nach der Haltung, der Fußbildung und der Nahrung eines fossilen Tieres, wie der Diplodokus, einwandfrei zu beantworten, beweist eine Abhandlung O. Abels über die Rekonstruktion des Diplodokus.**) In dieser sucht er die Annahme Torniers über das Ver-

*) Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde 1909, Nr. 9.

**) Abhdlgn. der k. k. zool.-bot. Gesellsch. Wien, Bd. 5 (1910), Hft. 3.

fehlte der Diplodokushaltungen, wie wir sie in unseren Museen erblicken, sowie die neue von Tornier auf Grund des Knochenbaues erschlossene Haltung zu widerlegen. Abels Neukonstruktion geht so ziemlich auf die ursprüngliche Stellung des Riesentieres im Museum zu Pittsburg zurück (siehe Jahrb. VI, S. 103), modifiziert sie allerdings in untergeordneten Punkten, z. B. hinsichtlich der Beinstellung. Demgemäß folgt er auch nicht der Ansicht von Tornier und Versluys hinsichtlich der Ernährung des Diplodokus, sondern stellt sich auf den Standpunkt Hays, der das Tier sich von frei schwimmenden Wasserpflanzen, besonders von Characeen, ernähren läßt. Ebenso bleiben die Fährten des Tieres nach ihm ähnlich den Elefantenfährten, von Scharrfüßen weiß er nichts.

Gegen diese Abelsche Neukonstruktion des Diplodokus wendet sich mit einer ausführlichen Widerlegung H. Stremme;*) er bezeichnet diese Rekonstruktion als ebenfalls verfehlt und durch keinen Beweis gestützt; eine Widerlegung von Torniers



Abels verfehlte Neurekonstruktion des Diplodocus.

Konstruktion habe Abel nicht geleistet. Eine Verständigung bleibt also noch abzuwarten.

Fossile Säugetiere.

Die bisher ziemlich allgemein anerkannte Theorie eines einheitlichen (monophyletischen) Ursprungs der Säugetiere von einer Urform — Haeckel läßt diese aus den Urschleichern, Proreptilien, hervorgehen und nennt sie Ursäuger, Promammalia —, wird von Prof. G. Steinmann zu Gunsten eines extremen vielstämmigen Ursprungs der Säugetiere verlassen.**) Die Reptilien, die nach seiner Annahme selbst in mehreren Zweigen aus den Amphibien hervorgegangen sind, werden in zwei Gruppen eingeteilt, die Orthoreptilien, welche die heute noch existierenden Krokodile, Schildkröten, Eidechsen und Schlangen umfassen, und die Metareptilien, d. h. die erloschenen Formen, die gegenwärtig unter den Reptilien keine Repräsentanten mehr haben. Die Metareptilien gliedert Prof. Steinmann wiederum in Avireptilien, die mutmaßlichen Ahnen der Vögel, und in Mammoreptilien, deren verschiedene Gruppen die Ahnen der Säugetiere darstellen sollen.

So werden die Ichthyosaurier als die Ahnen der Delphinoiden, die Plesiosaurier als die der Physetereiden (Pottfischartigen), die Thalattosaurier als die der Bartenwale angesehen, während die Handflügler von den Pterosauriern, die Raubtiere

*) Naturw. Wochenschr., Bd IX, Nr. 35.

**) Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre, Bd. II 1909.

von den Theriodontiern stammen sollen u. s. w. Prof. Steinmann gründet seine Theorie hauptsächlich auf paläontologische Befunde, hat aber für seine Annahmen bisher unter den Zoologen noch keine große Zustimmung gefunden.

Die Abstammung der Wale z. B. denkt man sich fast überall ganz anders als Steinmann, der sie aus Reptilien hervorgehen läßt. Diese eigenartig entwickelte Ordnung der Säugetiere, die in vieler Beziehung von den typischen Säugern abweicht, zeigt ja viele Anklänge an Reptilien, z. B. in dem aus zahlreichen gleichartigen Kegelzähnen bestehenden Gebiß, dem Auftreten überzähliger Glieder in den Flossen und auch im sonstigen Bau des Skeletts. Dennoch haben die meisten Paläontologen schon immer die Vermutung ausgesprochen, daß diese primitiven Eigenschaften der Wale nicht ursprünglich, sondern nachträglich durch Anpassung an das Leben im Meere erworben seien. Nach dieser Ansicht stammen die Wale von typischen Landsäugetieren ab, und was an vorweltlichen Walen entdeckt worden ist, kann diese Annahme nur bestätigen. Dr. Th. Arldt faßt in einer Arbeit über fossile Wale*) alles zusammen, was in den letzten Jahren über diese interessante Tiergruppe entdeckt worden ist.

Schon die Entdeckung des Zeuglodon, einer Ordnung riesiger Waltiere aus dem Eozän, lieferte eine Form, die zwar ein ausgesprochenes Waltier war, dennoch aber ein Gebiß mit verschiedenen Zähnen besaß; Schneidezähne, Eck- und Backenzähne lassen sich noch deutlich unterscheiden, auch sind die letzteren noch mehrspitzig wie bei den Landsäugetieren. Doch wichen diese Tiere noch bedeutend von dem Typus der Landsäuger ab. Da haben die Funde bei Fayum (Ägypten) weitere Formen ans Licht gebracht, welche diese Kluft beträchtlich verringern und uns gestatten, mit größerer Sicherheit den Entwicklungsgang der Waltiere als Ordnung zu zeichnen, wie Funde auf gleichem Gebiet auch auf die Stammesgeschichte der Seekühe (Sirenia), der pflanzenfressenden Wale, helleres Licht geworfen haben.

Von der primitivsten Gruppe unter den Waltieren, den Urwalen (Archäozeten oder Zeuglodonten), die eine besondere Unterordnung bilden und in ihren typischen Formen keine Beziehungen zu den neueren Zahnwalen**) zeigen, wird angenommen, daß sie aus primitiven Kreodontieren hervorgegangen sind, den altertümlichen Raubtieren mit noch wenig spezialisiertem Gebisse, die besonders im Eozän der nördlichen Kontinente lebten. Doch läßt sich noch keine bestimmte Gattung oder selbst nur Familie von ihnen mit einiger Sicherheit als Stammgruppe der Urwale bezeichnen. Diese Urraubtiere lebten während des ältesten Tertiärs

*) Naturw. Rundsch., XXV. Jahrg., Nr. 5.

**) Die echten (fleischfressenden) Wale werden in Zahnwale, die im Besitz kegelförmiger Fangzähne sind (Delphine, Narwale, Döglinge und Potwale), und in Bartenwale (zahnlos, mit Barten: Glattwale und Furchenwale) gegliedert.

nur nördlich des mediterranen Meeresgürtels im nordatlantischen Festlandgebiete, das sich von Nordamerika nach Europa herüber erstreckte. An die Südufer dieses Kontinents müssen wir die Entwicklung der ersten Waltiere verlegen. Hier müssen primitive Raubtiere durch Übergangsstufen, ähnlich den Fischottern, Seeottern und Robben, ausgesprochene Meerestiere geworden sein, die sich zunächst im mittelatlantischen Becken ausbreiteten, das auch im Süden durch eine geschlossene, Südamerika und Afrika umfassende Kontinentalmasse begrenzt wurde.

Hier im Süden erscheinen nun die ersten bekannten Fossilreste der Urwale, was allerdings, da es sich um Meerestiere handelt, noch kein Beweis für den Ursprung dieser Tiere aus afrikanischen Raubtieren ist; auch ist bisher noch keine Veranlassung, anzunehmen, daß die Kreodontier bereits im Eozän in Afrika lebten, sie erscheinen hier erst im Unteroligozän. Diese älteste, bei Mokattam gefundene Gattung ist Protocetus atavus. Der Schädel hat schon die gestreckte und nach vorn zugespitzte Form, die sich bei Zeuglodon findet und sehr geeignet ist, den Widerstand des Wassers beim Schwimmen zu überwinden; dagegen zeigen die Wirbel und besonders die Zähne noch ganz die Form, wie wir sie bei den Urraubtieren sehen. Besonders erinnert die Form der Zähne an die der Hyänodontiden, einer Raubtierfamilie, zu der auch Proviverra gehört, so daß sie also dem Ursprung der Wale vielleicht nahe steht. Die Zahnformel des Protozetus ist die typische der alten Landsäugetiere: in jeder Kieferhälfte sitzen drei Schneidezähne, ein Eckzahn, vier Lückzähne und drei Mahlzähne, zusammen also 44. Die Mahlzähne zeigen noch nicht die für die späteren Zeuglodonten typische Sägung.

Ungefähr gleichaltrig mit Protozetus sind die Arten Eocetus Schweinfurthi und Prozeuglodon atrox, bei denen der Walcharakter noch deutlicher hervortritt, ohne daß die an die Kreodontier erinnernden Merkmale ganz verschwinden. Beide stellen Parallelzweige in der Weiterentwicklung des Stammes der Waltiere dar.

Die dritte Stufe wird endlich in der typischen Gattung Zeuglodon erreicht, die auch im Mitteleozän Ägyptens zuerst auftritt. Die Zahl der Backenzähne, ursprünglich sieben in jeder Kieferhälfte und im Oberkiefer von Prozeuglodon vielleicht schon auf sechs reduziert, ist bei Zeuglodon oben und unten auf fünf zusammengeschmolzen. Dagegen hat sich die Zahl der Spitzen beträchtlich vermehrt, und wir können uns wohl vorstellen, wie ein solcher Entwicklungsweg durch immer tiefer gehendes Einschneiden und schließlichen Zerfall der so gezackten Zähne in einzelne Zahnkegel endlich zu der riesigen Zahnzahl (bis über 200 bei Delphinen) der jüngeren Zahnwale geführt hat. Zeuglodon besaß im Gegensatz zu den älteren, wohl nur im mittelatlantischen Becken vorkommenden Stufen weltweite Verbreitung, ähnlich vielen der jetzt lebenden großen Wale, und das ist kein Wunder; denn die großen Meeresreptilien waren um diese Zeit sicher schon aus den Ozeanen verschwunden, so daß die Wale, frei von deren Wettbewerb, sich mit außerordentlicher Schnelligkeit entwickeln und ausbreiten konnten.

Unter den Zeuglodonarten bietet der kleine Z. caucasicus, auch als Typus einer besonderen Gattung Mikrozeuglodon aufgefaßt, besonderes Interesse, da er wahrscheinlich zu den echten Zahnwalen überleitet, und zwar zu den Squalodontiden. Diese Familie umfaßt zweifellos echte Zahnwale, die z. B. nicht mehr die langen Nasenbeine der Zeuglodonten besitzen. Ihre Zähne sind aber doch noch differenziert und ähneln in ihrer Gestalt denen der Urwale, während ihre Zahl sehr gewachsen ist, statt drei treten bis zu sieben Mahlzähne auf. Die typische Gattung gehört im wesentlichen dem Miozän an und spielt hier dieselbe beherrschende Rolle wie die Zeuglodonten im Eozän. Ein Bindeglied zwischen den letzteren und den miozänen Squalodonten bildet Prosqualodon australis, die älteste Gattung der Squalodontiden aus dem Oligozän.

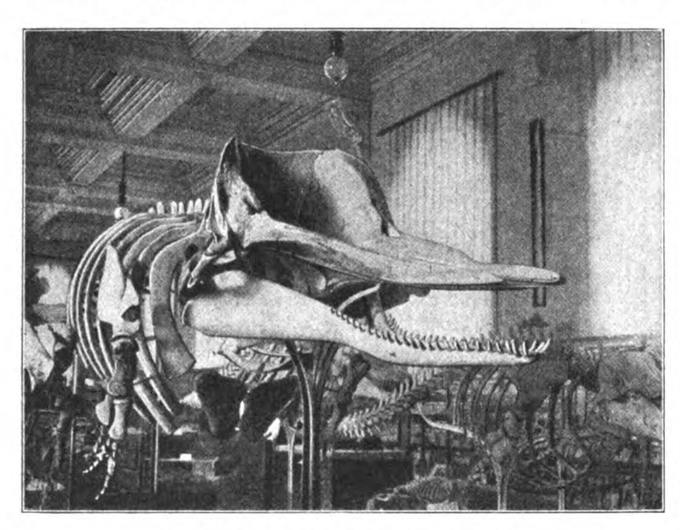
An die Squalodontiden schließen sich mehrere Familien der modernen Zahnwale an. Am nächsten stehen ihnen die Pottwale oder Physeteriden. Der Gang der Entwicklung zu ihnen wird durch eine Reihe von sieben Gattungen aus dem Pliozän Belgiens und Englands gebildet. Diese Reihe, die in den lebenden Gattungen Physeter und Kogia gipfelt, wird besonders durch die fortschreitende Rückbildung und den schließlichen Verlust der Oberkieferzähne charakterisiert, ebenso durch das ungeheure Anwachsen des Kopfes, der schließlich ein volles Drittel der Körperlänge ausmacht.

Eine zweite Entwicklungslinie stellen die Schnabelwale oder Ziphiiden dar. Auch sie schließen sich an die Squalodonten an, ihre ältesten Reste treten im Miozän von Nordamerika und Europa auf. Im Pliozän gehören ihnen zahlreiche Gattungen an, unter denen der noch lebende Mesoplodon (Riemenzahnwale) hervorzuheben ist. Der südliche Riemenzahnwal (Mesoplodon layardi) führt seinen Namen mit größerem Rechte, als der nach seinem ersten Beschreiben Sowerby benannte nördliche. Bei ihm wachsen die beiden im Unterkiefer stehenden, ursprünglich kleinen kegelförmigen Zähne sehr lange, vielleicht während des ganzen Lebens, und erhalten dadurch die Form von Riemen, die sich über den Oberkiefer hinüberbiegen und bei ihrer Begegnung kreuzen, wodurch sie einen Ring um den Oberkiefer bilden und diesen so festhalten, daß das Tier seinen Mund nur sehr wenig öffnen kann, so wenig, daß man nicht zu sagen weiß, auf welche Art die ihrer Lebensweise nach völlig unbekannten Tiere ihre Nahrung zu sich nehmen. Da man nicht weiß, welchen Nutzen die Tiere von diesen Zähnen haben, ist die Vermutung ausgesprochen, es handle sich hiebei um eine Art Mißbildung, mindestens um eine nutzlose Wucherung. Von dieser Wucherung wird jedoch nicht die eigentliche kleine, kegelförmige Zahnkrone betroffen, sondern nur der darunter liegende Teil; sie wird durch dessen Wachstum in die Höhe gehoben und sitzt schließlich wie eine Warze an der Spitze des großen, riemenartigen Zahnes. Die Riemenzahnwale scheinen sehr selten zu sein, M. layardi ist nur von gestrandeten Stücken bekannt,



deren eines nahezu 5 Meter lang war und etwa 360 Liter sehr guten Trans gab. Auch von der nördlichen Art sind in 90 Jahren nur 18 Stück erbeutet worden.

Von den Squalodontiden werden außer den genannten noch drei Familien hergeleitet, auf die wir hier nicht näher eingehen können. Nicht im Zusammenhang mit ihnen stehen die **Delphiniden**, die unter den uns bekannten Zahnwalen überhaupt keine näheren Verwandten haben. Sie müssen als ein völlig selbständiger Zweig angesehen werden, der wahrscheinlich direkt auf primitive Kreodontier zurückgeht, so daß die Zahnwale polyphyletisch (mehrfacher Abstammung) sind. Die Delphine teilt **True** in drei Unterfamilien: die jetzt im La Plata-



Cachelot oder Pottwal, Beispiel eines Zahnwals.

Gebiete lebenden Stenodelphine, an die Lophocetus aus dem Miozän von Maryland anzuschließen ist, die Delphinapterinen und die echten Delphine. Durch Lophocetus, der eine ziemlich primitive Gattung darstellt, indem er noch getrennte Halswirbel besitzt, wird eine Brücke geschlagen, die es ermöglicht, auch Weißwal und Narwal der großen Delphinfamilie anzuschließen, der sie nach ihrem ganzen sonstigen Körperbau angehören.

Die Delphininen oder echten Delphine entstammen dem Norden. Im Mittelmiozän des pontischen Gebietes tritt Paläophozäna auf, ein primitiver Vorläufer des Meerschweines (Phocaena), das auch schon aus dem Pliozän fossil bekannt ist. Auch die Linie der Schwertwale (Orca) und der Delphine (Tursiops und Delphinus) reicht bis ins Miozän zurück. Die Delphine haben zwar ihren Typus schon sehr früh herausgebildet, aber ihre Verzweigung im einzelnen ist erst ziemlich spät geschehen, sie sind die modernste aller Waltierfamilien.

Die Abstammung der **Bartenwale** ist auch noch nicht völlig geklärt. Wahrscheinlich gingen sie aus Zahnwalen hervor, zumal sie embryonale Zähne besitzen. Die Gattung Cetotherium, vielleicht schon im Oligozän Argentiniens vorhanden, ist im Miozän jedenfalls schon durch 16 Arten in Europa und Nordamerika vertreten, und dazu kommen noch elf weitere zu den Furchenwalen (Balänopteriden) gehörige Gattungen, so daß die Differenziation doch wohl früher erfolgt sein muß.

So treten durch neue Funde und durch genauere Prüfung der alten die großen Entwicklungsphasen dieses isolierten Zweiges am Säugetierstamme immer deutlicher hervor, während im einzelnen allerdings vieles noch unklar und selbst ganz dunkel erscheint. Zwei große offene Fragen bleiben noch die Entwicklung der Bartenwale und die der Delphine.

Mit einer Anzahl fossiler **Säugetiere aus dem Oligozän** Ägyptens macht uns eine Arbeit **M. Schlossers** bekannt.*) Es handelt sich um Funde aus dem schon oben genannten Fayum, einer südwestlich von Kairo oasenartig zwischen wüsten Höhenzügen des libyschen Berglandes gelegenen fruchtbaren und stark bevölkerten Landschaft.

Eine typisch afrikanische Form sind die **Schliefer** oder Plattхufer (Hyracoiden), welche von Nubien bis zum Kapland vorkommen. Sie weisen schon im Oligozän Ägyptens einen außerordentlichen Artenreichtum auf, der die Vermutung nahelegt, daß die Huftiere in Afrika ähnlich wie in Südamerika eine besonders vielseitige Herausbildung erfahren haben. Zu den bekannten drei Gattungen werden drei neue hinzugefügt und die Zahl der aus dem Oligozän bekannten Arten steigt von 9 auf 16. Sie werden zur Familie der Saghatheriden zusammengefaßt und unterscheiden sich von den lebenden Hyraziden durch den Besitz der vollständigen primitiven Bezahnung (44 Zähne), durch lange Schnauze und kleinen Schädel. Die lebenden Schliefer können jedoch von ihnen nicht abgeleitet werden, da sie schon eine etwas höhere Ausbildung der Fußwurzeln als die jetzigen zeigen; dagegen ist der pliozäne Pliohyrax in Griechenland wahrscheinlich von Saghatherium abzuleiten. Die Vorfahren der Hyrakoiden sind nicht bekannt, vielleicht bestehen engere Beziehungen zu den Rüsseltieren, doch läßt sich hierüber noch nichts Bestimmtes entscheiden.

Die zu den Kreodontiern gehörende Familie der **Hyänodontiden** erfährt eine Bereicherung um mehrere neue Arten aus schon bekannten Gattungen. Diese fossilen Räuber waren zum Teil von hervorragender Größe. Es ist der Handwurzelknochen eines solchen gefunden, der an Größe den eines Löwen übertrifft und sich durch seine Plumpheit als Überrest eines Kreodontiers erweist. Für das größte bekannte Raubtier von Fayum, Pterodon, ist es noch viel zu groß; es muß also neben diesem noch ein anderer riesiger Kreodontier gelebt haben, der vielleicht dem katzenähnlichen Palaeoniktis oder der bärenähnlichen Pachyaena, die an Größe einem Grißlybären glich, nahe stand.

Von größerem Interesse, als alle bisher im Fayum nachgewiesenen fossilen Säugetiere, die Vorläufer der Elefanten, Seekühe, Wale und Schliefer,

*) Zool. Anzeiger, Bd. 35 (1910).

sind die Affen, von denen Schlosser drei neue Gattungen beschreibt. Dies zusammen mit der Tatsache, daß die Breitnasenaffen auch schon im Alttertiär Südamerikas nachgewiesen sind, macht die Ansicht sehr wahrscheinlich, daß auch die Schmalnasenaffen dem Südkontinente entstammen, was bisher mangels positiver Beweisstücke zweifelhaft erschien.

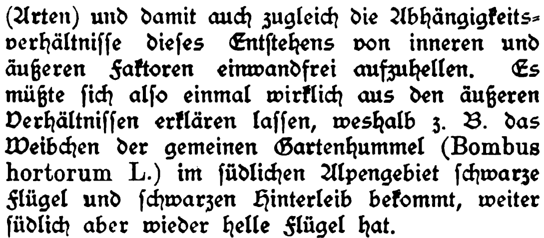
Ein Unterkieferbruchstück mit Backenzähnen von sehr eigenartiger Ausbildung gehörte einem Tiere an, das etwa die Größe eines Brüllaffen hatte und Moeropithekus getauft ist. Besser erhalten ist Parapithekus, der etwa die Größe eines Eichhornaffen (Chrysothrix) besaß. Er ähnelte in mancher Hinsicht den südamerikanischen Greifschwanzaffen, mit denen er z. B. in der Zahl der Backenzähne übereinstimmt, während die Zahl der Schneidezähne auf einen zusammengeschmolzen ist. Diese Gattung verbindet die alttertiären, vorwiegend aus Nordamerika bekannten Anaptomorphiden mit den Menschenaffen und vielleicht auch mit den Hundsaffen. Der bei diesen auftretende zweite Schneidezahn könnte nach Schlosser aus dem Eckzahn bei Parapithekus, der Eckzahn aber aus dessen vorderstem Lückenzahn hervorgegangen sein.

Während es sich bei diesen Gattungen wohl noch um Vorläufer der echten Affen handelt, gehört zu diesen selbst, und zwar zu den Menschenaffen, der Propliopithecus haeckeli, der mit zwei Schneidezähnen, einem Eckzahn, zwei Lückenzähnen und drei Mahlzähnen in jeder Kieferhälfte bereits ein echter Pliopithekus ist, eine Gattung, die dem oberen Miozän Mitteleuropas angehört. Die Zähne stehen bei ihm schon vertikal, die Kiefernäste laufen miteinander parallel und sind vorn zu einer festen Symphyse (Knochenfuge) verwachsen. Seiner Größe nach steht Propliopithekus zwischen Chrysothrix (Totenköpfchen) und Cebus (Rollschwanzaffe), ist also etwa von Eichhörnchengröße. In stammesgeschichtlicher Hinsicht kommt dieser neuen Gattung zweifellos eine ungemein hohe Bedeutung zu; sie ist vielleicht nicht nur der Ahn aller Menschenaffen, sondern vermutlich auch des Menschen, und zeigt, wie Dr. Arldt bemerkt, zweifellos, daß auch für die altweltlichen Affen Afrika das Entwicklungszentrum gewesen ist.

Der Stammbaum der Hummeln.

Ein besonders dankbares Feld für den Zweck abstammungstheoretischer Forschungen haben Dr. H. Friese und Prof. Dr. F. v. Wagner in der Gattung der Hummeln gefunden.*) Wie auch sonst im Pflanzen- und Tierreich so häufig, vermögen die oftmals auf ein einziges Merkmal begründeten systematischen Sonderungen vor der Wirklichkeit nicht zu bestehen; es müssen nicht nur Arten, sondern auch Unterarten, Lokalvarietäten u. s. w. unterschieden werden, um den tatsächlichen Verhältnissen gerecht zu werden. Die Verfasser sind der festen Zuversicht, daß es, zumal bei einer Tiergruppe wie den Hummeln, gelingen wird, in schrittweisem Vordringen die Entstehung neuer Formen

*) Zool. Jahrb., Abt. f. Syst., Geogr. u. Biol., Bd. 29 (1910), 1. Heft.



(Arten) und damit auch zugleich die Abhängigkeitsverhältnisse dieses Entstehens von inneren und äußeren Faktoren einwandfrei aufzuhellen. Es müßte sich also einmal wirklich aus den äußeren Verhältnissen erklären lassen, weshalb z. B. das Weibchen der gemeinen Gartenhummel (Bombus hortorum L.) im südlichen Alpengebiet schwarze Flügel und schwarzen Hinterleib bekommt, weiter südlich aber wieder helle Flügel hat.

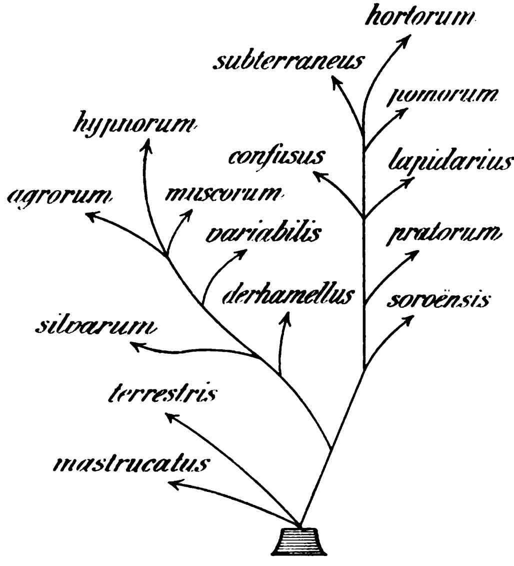
Der Unterscheidung und Kennzeichnung der Hummelarten stellen sich große Schwierigkeiten entgegen, die nicht etwa aus der einseitigen Berücksichtigung einzelner Einteilungsmerkmale (Nestbau, Färbung u. a.) entspringen, sondern in der Tat aus der durchgehenden Unbeständigkeit aller zur Unterscheidung verwendbaren Merkmale hervorgehen, sich also aus einer den Hummeln anhaftenden Wesenseigentümlichkeit herleiten. Eine Aufstellung festbegrenzter Arten ist nun zwar für die Praxis des Systematikers und Sammlers von großer Wichtigkeit. Für den wissenschaftlichen Zweck der vorliegenden Arbeit aber hat jede Formerscheinung in der Hummelwelt gleichen Wert, und es ist vor allem wichtig, ob es sich in den Einzelfällen um typisch im Fluß befindliche (fluktuierende) oder um mehr oder weniger festgewordene (fixierte) Bildungen handelt; denn hievon ist die Feststellung der verwandtschaftlichen Beziehungen abhängig.

So stellen die Verfasser 15 Arten von deutschen Hummeln auf, indem sie die spezifisch alpinen Formen dabei außer acht lassen, weil es sich bei diesen schon um einseitig angepaßte Gebilde handelt. Für diese Einteilung war die Beschaffenheit des Kopfes — Lang- oder Kurzköpfe — entscheidend, danach der Bau des männlichen Geschlechtsapparates, und in dritter Linie die Färbung, die trotz ihrer großen Variabilität herangezogen werden mußte. Die Charakteristik der Arttypen und ihrer Varianten baut sich ausschließlich auf der Beschaffenheit der Männchen und Weibchen auf; denn vererben und damit zu neuer Gestaltung führen lassen sich nur Charaktere, die den Geschlechtstieren des polymorphen Tierstaates eigentümlich sind. Allerdings sind die Arbeiterhummeln keineswegs durchaus unfruchtbare Individuen; es ist sogar sicher, daß sie Eier hervorbringen und ablegen, aus denen wohl Männchen hervorgehen mögen, und die Verfasser machen bei dieser Gelegenheit auf die „großen Arbeiter" aufmerksam, deren Bedeutung dringend der Aufklärung bedarf. Bekanntlich erscheinen die Arbeitshummeln im Fortgang des jährlich sich erneuernden Staatslebens in stetig zunehmender Größe, zuletzt die größten, eben die „großen Arbeiter", unmittelbar bevor die Männchen des Staates produziert werden. Es wäre wohl zu verstehen, wenn diese großen Arbeiter allgemein die Fähigkeit hätten, Männchen zu erzeugen, um so für den Fall, daß die Königin infolge Erschöpfung oder aus anderen Gründen dazu nicht mehr im stande sein sollte, die Befruchtung der jungen Königinnen, der Gründerinnen der Staaten des folgenden Jahres, völlig zu sichern. Für die Frage nach dem Anteil, der den Arbeitern für die Vererbung möglicherweise zuzuerkennen ist, wäre eine sichere Entscheidung über die Aufgaben der „großen Arbeiter" im



Staatsleben der Hummeln äußerst wünschenswert.

Die Farben der Behaarung sind bei den Hummeln zur Aufdeckung der näheren oder entfernteren Beziehungen zwischen den verschiedenen Arten und „Formen" nicht ohne Bedeutung, weshalb die Verfasser auf die Reihenfolge im Hervortreten der Haarfarben des näheren eingehen. Die erste Färbung, mit der alle Hummeln, gleichviel welcher Art, geboren werden, d. h. die Puppe verlassen, ist ein mattes Weiß mit einem mehr oder weniger deutlichen Stich ins Graue, also nicht reines Schneeweiß. Von dieser Grundfarbe nehmen alle die end-



Antophora (Solitärbiene). Provisorischer Stammbaum der deutschen Hummeln.

gültigen Färbungszeichnungen ihren Ausgang. Soweit nicht Weiß die Endfarbe bleibt, läßt sich ein Gesetz der Farbenfolge beobachten, indem die Grundfarbe zunächst durch Rotgelb in Rot übergeführt wird, das dann, wenn es nicht definitiv bleiben soll, durch immer dunklere Nuancierungen hindurch in ein ausgesprochenes Schwarz umgeändert wird. Dieses stellt daher, wo immer es auftritt, stets die endgültige Färbung dar. Keinen Platz in dieser gesetzmäßigen Färbungsfolge findet die gelbe Behaarung, was um so auffälliger ist, als Gelb in der Hummelwelt weit verbreitet ist und in hohem Maße zur Herstellung überaus charakteristischer Farbenzeichnungen beiträgt. Die Gelbfärbung wird völlig selbständig aus der weißlichen Grundfärbung entwickelt und stellt keine Durchgangsfarbe, sondern in jedem Falle einen Endabschluß dar, der nach keiner Richtung hin mehr wandelbar zu sein scheint. Oft freilich erfährt die gewonnene Gelbfärbung infolge Abnutzung eine Art Rückbildung, indem sie matter und verschwommener wird, namentlich bei den Männchen, die ja nicht ins Nest zurückkehren dürfen, sondern ihr Dasein ausschließlich im Freien verbringen müssen: ein extremer Fall der allgemeinen Tatsache, daß die Färbung unserer Tiere bald mehr, bald weniger der Abnutzung unterliegt. Auf die geschlechtliche Verteilung hin angesehen, erscheinen Färbung und Zeichnung bei den Männchen ganz allgemein im Durchschnitt merklich heller und vor allem unbestimmter und verschwommener als bei den Königinnen. Das Weibchen erscheint als die konstantere Geschlechtsform, so daß auch in dieser Hinsicht die Königin als der maßgebende Faktor für Bestimmung und Verwandtschaft erscheint.

Diese Färbungsverhältnisse bei den Hummeln legen unmittelbar gewisse Schlußfolgerungen nahe.

Zunächst leuchtet ein, daß die ontogenetische (dem Individuum eigene) Grundfarbe wohl auch phylogenetisch, d. h. hinsichtlich des ganzen Stammes, als die älteste Färbungsweise zu betrachten ist, also die Stammfärbung aller sonst bei den Hummeln zu Tage tretenden Färbungserscheinungen darstellt. Daher werden diejenigen Arten, die sich in ihrer Endfärbung von dem stammesgeschichtlichen Ausgangszustand am wenigsten weit entfernen, als die ursprünglichsten anzusehen sein, wenigstens bis zur Gewinnung brauchbarerer Merkmale. Beurteilt man hienach die deutsche Hummelfauna, so ist zweifellos Bombus variabilis diejenige Art, die, selbst schon mannigfach erheblich differenziert, der Stammform doch am nächsten steht. Ferner erscheint es als eine berechtigte Folgerung aus der ontogenetischen Farbenfolge, daß die rote Farbe der Behaarung älter als die schwarze ist, d. h. daß überall da, wo rote und schwarze Formen zur Ausbildung gelangt sind, die letzteren als die abgeleiteten, die ersteren dagegen als die ursprünglicheren Zustände zu betrachten sind, natürlich unter Beachtung aller sonstigen Merkmale.

Nicht minder wertvoll für die Prüfung und Aufhellung verwandtschaftlicher Beziehungen der Hummelformen untereinander ist die Zeichnung, die Art der Anordnung und Verteilung der Farben über das Haarkleid und damit den ganzen Hummelkörper. Nach eingehender Betrachtung der 15 nach ihrer Erfahrung scharf unterschiedenen deutschen Hummelarten und ihrer vielfach nicht so scharf geschiedenen Unterformen wenden die Verfasser sich der Frage nach den Verwandtschaftsbeziehungen der deutschen Hummelarten zu, unter der ausdrücklichen Versicherung allerdings, daß das, was sich in dieser Beziehung zurzeit sagen läßt, zunächst mehr geeignet sei, der Wahrheit nachzuspüren, als sie selbst schon darzustellen. Das erfahrungsmäßig gewonnene Material liefert aber doch eine schätzbare Grundlage, um in die bunte Fülle von Hummelformen vom Standpunkt der Abstammungstheorie aus insofern etwas Ordnung zu bringen, als eine Reihe von Zusammenhängen zwischen den einzelnen Arten mehr oder weniger wahrscheinlich gemacht werden kann, mithin in diesem Vorläufigen möglicherweise doch ein Stück tatsächlicher stammesgeschichtlicher Beziehungen zum Ausdruck kommt.

Zwei Tatsachenreihen lassen Aussagen über Verwandtschaft bei den Hummeln zu, einmal die feststehend gewordenen Organisationsmerkmale der Arttypen, vor allem also die Kopfbildung, und zweitens die Färbungszeichnung. Größe und biologisches Verhalten treten diesen Merkmalen gegenüber in den Hintergrund, obwohl auch biologische Eigentümlichkeiten für Fragen der Artbildung ent-



scheidende Bedeutung erhalten können. Letzteres wird an einem Beispiel dargelegt. Es gibt wohl kaum zwei Hummelarten, die einander so nahe stehen wie B. pratorum und B. soroensis; diese enge Verwandtschaft gibt sich auch in der Färbungszeichnung, selbst bis in die Einzelheiten, in einem Maße kund, daß es selbst dem Kenner manchmal schwer fällt, die vorliegende Art sicher zu bestimmen. Diese beiden Arten erscheinen nun in unserer heutigen Fauna hauptsächlich durch ein ökologisches (die Lebensweise betreffendes) Moment voneinander geschieden, nämlich durch ihre Erscheinungszeit (Flugzeit), indem Bombus pratorum-Weibchen schon im März hervorkommen, als erste Hummelart im Jahre, während B. soroensis (♁) zu den später erscheinenden gehört und erst Mitte Mai zu fliegen beginnt. Man könnte beide Arten fast schlechthin als zwei nur in ihrem zeitlichen Auftreten verschiedene Ausgaben desselben Typus ansehen, und es kann gewiß nicht zweifelhaft sein, daß beide eine genealogische Einheit darstellen. Die Bedeutung des verschiedenen biologischen Verhaltens dieser Arten für die Artbildung beruht aber darauf, daß eine Mischung, also eine Bastardierung zwischen beiden Formen, ausgeschlossen ist, mithin jede Art ihre Wandlungen selbständig vollzieht. Daß diese Abänderungen so viele übereinstimmende Züge zeigen, läßt wohl den Schluß zu, daß es sich um Eigenschaften, die von der Stammform vererbt sind, handelt, und daß die Sonderung in zwei Spezies verhältnismäßig jungen Datums ist.

Der Stammform der ganzen Hummelgruppe, der Solitärbiene, steht der die niederste Form darstellende Kurzkopf Bombus terrestris am nächsten. B. mastrucatus läßt sich in der Verwandtschaft vorläufig nicht unterbringen. Die weitere stammesgeschichtliche Entwicklung vollzog sich dann durch fortschreitende Umwandlung der Kurzköpfe zu Langköpfen, deren extremste Ausbildung bei der Gartenhummel (B. hortorum) diese Hummel zur höchststehenden Art stempelt. Es wird gewiß manchen Leser interessieren, diesen vorläufigen Stammbaum der emsigen, die Brummbären in der Insektenwelt repräsentierenden Tierchen kennen zu lernen.

Eine Reihe Tafeln zum Schlusse der wertvollen Arbeit ermöglicht dem Leser das Erkennen der typischen Formen und der auf die Färbung und Zeichnung begründeten Varietäten, von denen in reichem Maße auch außerdeutsche und außereuropäische herangezogen sind.

Aus der Pflanzenwelt.

(Botanik.)

Schmarotzer und Hilfsbedürftige * Orchidee und Wurzelpilz * Im deutschen Walde * Botanisches Allerlei.

Schmarotzer und Hilfsbedürftige.

Zu den auffallendsten und stellenweise wenigstens gefährlichen pflanzlichen Parasiten gehört die Mistel, von der in Europa, wenn nicht mehrere Arten, so doch mehrere Rassen unterschieden werden müssen. Die verbreitetste Rasse ist die Laubholzmistel, von der Reste schon aus Torfmooren der Diluvialzeit und aus Pfahlbauten der jüngeren Steinzeit bekannt sind; gegenwärtig ist sie vom Süden Europas bis hoch in den Norden hinein zu finden und ist in den Bergtälern den menschlichen Wohnstätten, besonders als Apfelbaummistel, aufwärts gefolgt. Jedoch bedürfen diese Schmarotzer, wie Prof. Dr. C. von Tubeuf*) in einer Arbeit über die Ausbreitung der Kiefernmistel in Tirol und ihre Bedeutung als besondere Rasse darlegt, der tätigen Mithilfe von Vertretern des Tierreiches, um so weit zu gelangen; die Verbreitung der Apfelbaummistel ist namentlich auf den Frühlingszug der Drosseln zurückzuführen.

Später als die Laubholzmistel scheint aus dem Süden die Kiefernmistel eingewandert zu sein, die sich gegenwärtig noch weiter ausbreitet. Dies hängt, wie Prof. v. Tubeuf ausführt, mit dem fortschreitenden Anbau dieses Nadelholzes, mit dem Drosselzug und klimatischen Faktoren zusammen. Während große Gebiete, z. B. der größte Teil Südbayerns, noch völlig frei von ihr sind, hat sie einen Siegeszug durch Tirol angetreten, den der Verfasser schildert. Die unteren Teile der Bergabhänge sind im Eisacktal, von der Vereinigung der Eisack mit der Etsch an bis Franzensfeste, mit Kiefernwald bestockt, und überall sind diese Bäume mit Misteln bedeckt. Auch die Kieferngehölze der Ebene, z. B. der zwischen Bozen und Siegmundskron gelegenen Kaiserau, sind wahre Gärten von Kiefernmisteln. Hundert Büsche in allen Altern und Größen bedecken oft den einzelnen Baum. Unter diesen Umständen kränkeln die Kronen und ganze Bäume, und die Mistel richtet hier beträchtlichen Schaden an.

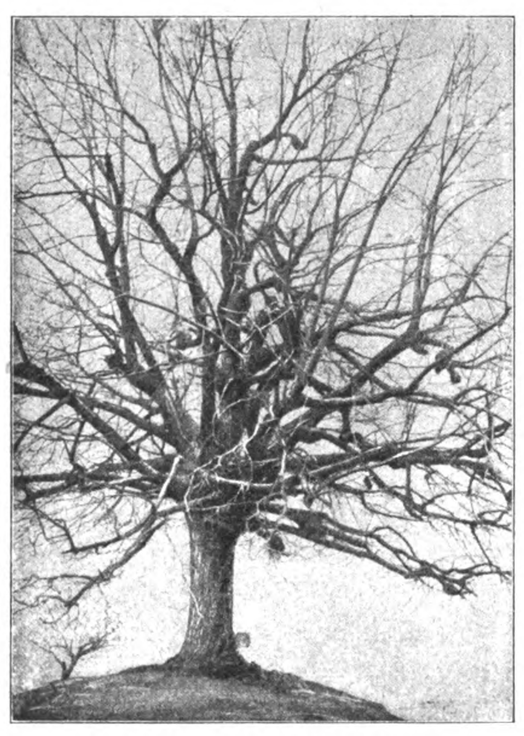
Ein gewaltiger Drosselzug muß in dem Etsch- und Eisacktale nordwärts ziehen, diese Mistelgärten befallen und die Samen von Baum zu Baum verbreiten, eine Masseninfektion von ungeheurer Ausdehnung. Auf allen Steinen, dem dürren Laub, der Streu, den unterständigen Gehölzen sind die Samen im Frühling angeklebt und kommen Mitte bis Ende April zur Keimung. Obwohl zwischen den Kiefern auch viele Laubhölzer stehen, fand sich doch nirgend die Laubholzmistel und die Kiefernmistel geht nicht auf Laubholz über.

Der von Süden kommende Drosselzug folgt dem Etschlauf bis Bozen und dann dem Eisack; er leert die Milliarden von Mistelbüschen an den

*) Naturw. Ztschr. f. Forst- u. Landwirtsch., 8. Jahrg. (1910), Heft 1.



Berghängen auf beiden Flußufern bei Bozen bis 1100 Meter am Ritten hinauf, am Kalterer Plateau und am Hang der Mendel, in dem verbreiterten Tale bei Franzensfeste und dem Eingang zum Pustertal. Mit der Granitschlucht, durch die sich der Eisack vor Graßstein zwängt und die berühmte Sachsenklemme bildet, hört die Kiefernmistel auf. Anscheinend erheben die Drosseln sich hier bei der Felsenenge und überfliegen den Brenner. Andere



Durch Misteln verunstaltete Linde bei Madelungen.

Vögel spielen nach Prof. v. Tubeufs Fütterungsversuchen keine wesentliche Rolle bei dieser starken Verbreitung der Misteln, und nicht der Herbst-, sondern gerade der Frühlingszug der Drosseln ist für diese Ausbreitung verantwortlich zu machen; denn die Beeren, die noch um die Weihnachtszeit massenhaft an den Bäumen hängen, sind Ende Februar und Anfang März plötzlich an allen Büschen verschwunden. In größeren Höhen, wo die Kiefer noch weit verbreitet ist, und auch in den kühleren Lagen der Täler war die Mistel in Tirol nicht zu finden. Dies erklärt sich wohl daraus, daß die Drosseln bei ihrem Frühlingszuge offenbar die warmen und schneefreien Hänge vorziehen.

Von der gemeinen Kiefer geht die Kiefernmistel, wie Versuche und Beobachtungen in der Natur gezeigt haben, auch auf die Bergkiefer (Pinus montana) über, ebensogut gedeiht sie auf der Schwarzkiefer (Pinus Laricio). Auf der Fichte vermag sie sich nur unter besonders günstigen Umständen zu entwickeln. Dagegen ist ihr Vorkommen auf der Lärche niemals beobachtet worden, und Versuche v. Tubeufs, sie auf dieses Nadelholz zu übertragen, hatten keinen Erfolg; wohl aber keimte der Same gut auf der japanischen Lärche (Larix leptolepis) und gedieh zu einer gutwüchsigen Mistelpflanze. Im Verhalten der deutschen und der japanischen Lärche der Mistel gegenüber scheint ein ähnlicher Unterschied zu bestehen, wie zwischen den deutschen Weiß- und den amerikanischen Roteichen gegenüber der Laubholzmistel; auf den ersteren wächst die Mistel selten, auf den letzteren leicht und üppig. Da die japanischen Lärchen und die amerikanischen Eichen weichrindiger und schnellwüchsiger sind als die einheimischen Arten, bieten sie den Parasiten von vornherein eine günstigere Unterlage. In der Natur sind belaubte Büsche der Kiefernmistel bisher nur auf Pinus silvestris, P. Laricio, P. montana, P. Pinaster (Seekiefer) und Picea excelsa festgestellt worden.

Über einen Schmarotzer, der nach Art unserer Misteln auf Bäumen lebt, über Phoradendron flavescens Nett. (American Mistletoe), berichtet Harlan H. York.*) Danach reifen die Samen dieses Parasiten im November und werden ausschließlich (?) dadurch verbreitet, daß sie von Vögeln gefressen werden. Man hat geglaubt, daß sie nur dann keimen könnten, wenn durch das Passieren des Tierdarms die klebrigen Schichten (Viszinschichten) des Samens fortgelöst seien. Angestellte Experimente haben aber bewiesen, daß auch ungefressene Samen trotz der Viszinschicht ebensoschnell auskeimen, genau wie bei unserer Mistel.

Der kleine Embryo hat zwei Keimblättchen und liegt ganz im Endosperm. Die junge Pflanze wächst sehr langsam und ist durchaus nicht ganz parasitisch, sondern infolge des reichlichen Chlorophyllgehaltes auch selbst zu assimilieren im stande. So ist sie nur hinsichtlich des Nährwassers auf ihre Wirtspflanze angewiesen. Dem exponierten Standpunkte entsprechend, finden wir an der Pflanze viele Einrichtungen, die eine Anpassung an das Überstehen von Trockenheit bedeuten (xerophytische Einrichtungen). In dem von York beobachteten Gebiete bevorzugt die „amerikanische Mistel" besonders die Hackberry-, Ulmen-, Mesquite- und Osagebäume.

Wenn man gefunden hat, daß gewisse Pflanzen gegen das Befallenwerden durch Phoradendron gleichsam „immun", gefestigt, sind, so liegt der Grund dafür stets in der Beschaffenheit der Rinde (des Periderms) dieser Holzgewächse. Die befallenen Bäume werden durch den Schmarotzer stark deformiert und können durch ihn indirekt zum Absterben gebracht werden. Eine Befreiung des Baumes, ohne ihm zu schaden, erzielt man durch Abschneiden der Parasiten, Entfernen der äußersten Korkschichten des Wirtes und der Saugorgane (Haustorien) des Schmarotzers, worauf man die Wundstelle mit Kohlenteer verschmiert.

Außer der Mistel kommen an obligaten Parasiten, d. h. solchen, die durchaus auf schmarotzende Lebensweise angewiesen sind, bei uns die Teufelszwirne (Cuscuta), die Sommerwurzarten (Orobranche) und die Schuppenwurz (Lathraea squamaria) vor. Die meisten von ihnen besitzen überhaupt kein Chlorophyll mehr, sind also nicht mehr im stande, organische Substanz zu bereiten.

*) Bullet. of the Univers. of Texas (1910), Nr. 120 (Referat in Bot. Zeitung, 68. Jahrg. 1910, Nr. 1—2).



Die Mistel dagegen besitzt noch reichliche Mengen Chlorophyll in Stengel und Blättern und vermag bei ihrem langsamen Wachstum jedenfalls so viel Kohlenhydrate zu produzieren, wie sie selbst braucht; sie wird also, wenn sie nicht in Unmassen vorhanden ist, den Wirtspflanzen nicht besonders schädlich, und ebenso wie mit ihr verhält es sich mit den Halbschmarotzern, deren Selbständigkeit in gewissem Grade erhalten geblieben ist, wenn sie auch ohne Anschluß an eine Wirtspflanze niemals zu vollem Gedeihen kommen.

Von welcher Wichtigkeit der Parasitismus für manche Halbschmarotzer, Pflanzen mit chlorophyllhaltigen Blättern, ist, hat E. Heinricher am Wachtelweizen nachgewiesen.*) Der Wiesen-Wachtelweizen (Melampyrum pratense) entwickelt sich, wenn ihm die Möglichkeit des Parasitismus abgeschnitten wird, zu einem sehr schwächlichen Pflänzchen und gelangt nie bis zur Blütenbildung, ganz gleich, welchen Boden man ihm bietet. Er ist also kein Saprophyt, d. h. er lebt nicht von verwesenden organischen Stoffen, wie die Pilze, manche Orchideen u. a.

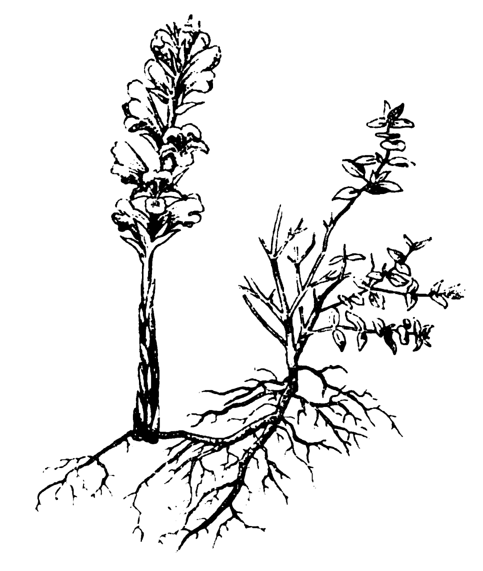
Als Parasit ist der Wiesen-Wachtelweizen viel anspruchsvoller als sein Vetter, der Wald-Wachtelweizen (M. silvaticum). Sobald der Schmarotzer Anschluß an einen Wirt, der ihm zusagt, gefunden hat, vergrößern sich seine Kotyledonen bedeutend und wachsen auch die Laubblätter fernerhin beträchtlich. Je nach der Güte der Nährpflanze und dem früher oder später erfolgten Anschluß an sie, wechselt das Gesamtaussehen des Schmarotzers ganz außerordentlich, ja auf demselben Wirt kann man ganz verschieden aussehende Wachtelweizenpflanzen treffen. Sie gedeihen am besten auf den Wurzeln von Holzgewächsen; solche mit Wurzelpilz (Mykorrhiza) fördern ihr Wachstum am meisten. Ein- und zweijährige Kräuter und Gräser sind nicht als Wirte geeignet.

An wirtlos gezogenen Pflanzen der beiden Melampyrumarten treten verkümmerte, an Humus und Gesteinsbrocken haftende Saugscheibchen (Haustorien) auf; sie sind funktionsunfähig und erscheinen infolge der vom Nahrungsmangel in der Pflanze geweckten Reizbarkeit. Die Haustorien sind keineswegs nur auf die Pilzwurzeln angewiesen, sondern zeigen sich oft sehr zahlreich und kräftig auch an alten Wurzelstöcken sowie an basalen Stammteilen der Wirtspflanzen.

Hinsichtlich des Stickstoffbedarfes verhalten sich die Wachtelweizenarten nach Heinricher folgendermaßen:

Ein Teil von ihnen bedarf des assimilierten Stickstoffs durchaus und zeigt dies durch Anschluß an mykorrhizenführende Wirte. Daß unter den Nährpflanzen von Melampyrum pratense, M. silvaticum und M. sumorosum die Pflanzen mit Wurzelpilz so hervortreten, steht nicht im Zusammenhange mit der Art des Stickstoffbezuges, sondern ist lediglich durch ihren vorgeschrittenen Parasitismus bedingt; dieser verlangt, daß sie, besonders während der Jugend, auch plastisches Material in größeren Mengen erwerben können, und diesem Anspruch leisten die Wurzeln der mykorrhizenführenden Holzgewächse Genüge. Vor allem brauchen sie nahrungsreiche Wurzeln, gleichzeitig bevorzugen sie den Bezug des Stickstoffs in assimilierter Form und gedeihen besser auf Wurzelpilz führenden Pflanzen als auf solchen, die ihnen nur Salpeterverbindungen bieten können.

Über die Fähigkeit der grünen Halbschmarotzer, sich selbständig zu ernähren, hat Prof. E. Heinricher eingehende Untersuchungen angestellt, welche seine schon früher ausgesprochene Ansicht, daß eine Stufenleiter zwischen minder ausgeprägten Parasiten und der ganzparasitischen Schuppenwurz (Lathraea) bestehe, vollauf bestätigt haben.*) Die Kulturergebnisse und Versuche führen zu dem Schlusse, daß der Parasitismus der grünen Rhinantheen als Nährsalzparasitismus begonnen habe, daß sie also aus der Wirtspflanze zunächst nur ihren Bedarf an rohen Nährstoffen bezogen und ihre Assimilationsfähigkeit vorerst noch vollständig erhalten blieb. Auf dieser Stufe stehen einige noch jetzt; eine Wachtelweizenart kann sich sogar ohne Wirt ziemlich weit entwickeln, jedenfalls bis zur Anlage von Blüten vorschreiten.



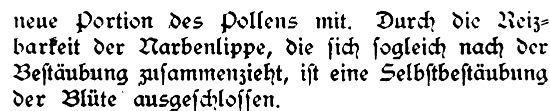
Auf Quendelwurzel schmarotzende Sommerwurz.

Der Parasit benutzt offenbar die Wirtspflanze weit weniger, um sich der in ihren Assimilationsorganen befindlichen Stoffe zu bemächtigen, sondern um vermittels der Wirtswurzeln seinen Bedarf an Wasser und Nährsalzen zu decken. Es fehlen dem Parasiten deshalb auch die Wurzelhaare, und nur wo selbständige Lebensweise noch weiterreichend vorhanden ist, werden solche mehr oder weniger ausgebildet. Ein beträchtlicher Teil dieser Parasiten gedeiht auf einjährigen Pflanzen, die plastisches Material in ihren Wurzeln gar nicht aufspeichern, also nur Wasser und Nährsalze liefern können. Es gelang Dr. Heinricher ferner, durch Versuche eine rege Assimilation nachzuweisen, für deren Vorhandensein auch die reiche und vollkom-

*) Jahrb. für wissensch. Botanik, Bd. 44, S. 273.

*) Jahrb. f. wissensch. Bot., Bd. 47 (1910), Heft 3.





mene Ausgestaltung des Blattwerkes der Halbschmarotzer, sowohl hinsichtlich der äußeren Gestaltung wie des inneren Baues, spricht. Erst bei der Tozzie erscheint das Assimilationssystem auffälliger zurückgebildet. Während bei nicht assimilierenden Parasiten und Saprophyten die Zahl der Spaltöffnungen aufs äußerste beschränkt erscheint, ist sie bei den Halbschmarotzern recht beträchtlich (bis 472 für ein Blattstückchen von 1 Quadratmillimeter Größe). Alle diese Parasiten haben ein hohes Licht- und Transpirationsbedürfnis. An der Stärke beraubten, abgeschnittenen Zweigen des Klappertopfes (Alectorolophus) bildet sich bei Vorhandensein von Kohlensäure im Raume wieder Stärke, während im CO_2-freien Raum die Stärkebildung unterbleibt. Daß diese Stärke also Assimilationsstärke ist, ist damit wohl unanfechtbar bewiesen. Wo man die Spaltöffnungen künstlich verschließt, unterbleibt die Stärkebildung.

Dr. Heinricher erblickt die Anfänge des Parasitismus im Augentrost (Euphrasia in weiterem Sinne), in gewissen Melampyren (Wachtelweizen) dagegen direkte Vorstufen zum vorgeschrittenen Parasitismus von Tozzia.

Eine gewisse Unselbständigkeit hinsichtlich der Ernährung zeigen auch die insektenfressenden, harmloser gesagt insektenverdauenden Pflanzen, unter denen die Utrikularien oder Wasserschlauchgewächse eine höchst interessante Gruppe bilden. Eine ganze Anzahl Forscher, u. a. Darwin, Cohn, Goebel und Glück, haben sich eingehend mit ihr beschäftigt, und was nach ihren Untersuchungen noch in Dunkel gehüllt erschien, versucht Ph. von Luetzelburg in einer Arbeit „Beiträge zur Kenntnis der Utrikularien" aufzuklären.*) Bevor wir auf diese eingehen, seien einige Notizen über die merkwürdige Pflanzengruppe gegeben.

Die in den gemäßigten Zonen heimischen Utrikularien, nur wenige von den etwa 200 Arten dieser Gattung, sind im Wasser gedeihende Formen. Utricularia vulgaris und neglecta können nur im Wasser leben, während die übrigen einheimischen Arten nach v. Luetzelburg auch ohne Wasserbespülung Landformen bilden können. Sie gehören zu der Familie der Lentibulariazeen, deren Mitglieder sämtlich mit Einrichtungen zum Insektenfang versehen sind. Die Wasser- und Landformen der Utrikulariaarten, an Größe und Habitus sehr verschieden, sind wurzellos, besitzen feingeteilte oder ganzrandige, bisweilen schildförmige Blätter und eigenartig gebaute, zum Tierfang dienende rundliche, kleine Schläuche, die an den Stengeln befestigt sind. Über den Wasserspiegel erheben sich die mit zweilippiger, gespornter Blütenkrone versehenen Blüten, die meist zu mehreren an einem Blütenstiel stehen. Sie locken durch den im Sporn befindlichen Honig die Insekten, die sich alsdann auf der breiten Unterlippe niederlassen, zum Besuche. Das Insekt streift beim Eindringen in die Blüte zuerst die reizbare Unterlippe der Narbe und setzt hier den etwa schon von anderen Blüten mitgebrachten Pollen ab, dann berührt es die Antheren und nimmt beim Zurückziehen des Kopfes eine neue Portion des Pollens mit. Durch die Reizbarkeit der Narbenlippe, die sich sogleich nach der Bestäubung zusammenzieht, ist eine Selbstbestäubung der Blüte ausgeschlossen.

Darwin und Cohn hatten ein verdauendes Enzym in den merkwürdigen und höchst sinnreich gebauten Blasen des Wasserschlauches nicht entdecken können, und auch Goebel schrieb ihm ein solches nur wegen seiner Verwandtschaft zum Fettkraut (Pinguicola) zu, konnte aber den tatsächlichen Nachweis auch nicht erbringen. Dabei ist indes zu beachten, wie groß die Schwierigkeiten der Untersuchung bei den verhältnismäßig kleinen Blasen sind. v. Luetzelburg überwand diese Hindernisse, indem er sich nicht auf die Prüfung des Saftes der einzelnen Blase beschränkte, sondern den Blaseninhalt im großen durch Sammeln von Hunderten dieser winzigen Organe darstellte. Larven und kleine Kruster, vom natürlichen Standpunkte der Utrikularien in diese Flüssigkeit gebracht, zeigten Lähmungserscheinungen und waren nach elf Stunden tot, während sie in der nur aus Glyzerin und Wasser bestehenden Kontrollflüssigkeit lebend wie in gewöhnlichem Wasser blieben. Ebenso wirkte der Saft auf Käse- und Eiweißstückchen sowie Gelatine, die von ihm angegriffen wurden.

Ferner ließ v. Luetzelburg die lebenden Blasen selbst verdauen, indem er ihnen künstlich, ohne sie zu verletzen, mit einer Spritze Nahrung zuführte. Die Blasen verhielten sich dabei wie bei wirklichen, in freier Natur gemachten Fängen, von denen der Beobachter einen mit folgenden Worten beschreibt:

„In eine Kultur von U. vulgaris-Pflanzen brachte ich einen Fang von Wassertieren aus meinem Utrikulariagraben in Dachau, meist langgestreckte Larven und wurmartige Insekten. Eine 3 Millimeter lange nüchterne Blase fing sich nun ein wurmartiges Insekt von 7·3 Millimeter Länge. Mit sichtlicher Begierde schob sich das Tier durch die Klappe, wand sich weiter durch das Widerlager und ins Innere, dabei bog sich die Klappe soweit nach innen, daß gerade die Wölbung der Klappe mit der Rundung des Rückens des Tieres übereinstimmte. Mit großem Behagen anscheinend glitt das Tier der Seite des Widerlagers entlang und hatte den Leib schon zur Hälfte in der Blase, ohne auch nur einen Versuch, wieder nach rückwärts zu kommen, auszuführen. Deutlich sah ich dann, wie die Widerlagerhaare Schleim absonderten und wie von der Klappe aus, an der Stelle, wo die vier langen Borstenhaare stehen, das Rot der nüchternen Blase allmählich in ein tiefes Blau sich verwandelte. Erst als dann das Tier nach vier Stunden in der Blase glücklich gelandet war, fing es lebhaft an, sich zu winden und anscheinend nach einem Ausgang zu suchen; doch die Klappe, wie es schien, die großen Haare unten am Klappenrand, hatten so viel Schleim produziert, daß die Klappe direkt wie verkittet am Widerlager auflag, ohne im geringsten nach außen aufzuschlagen. Fünf Stunden hatte das gefangene Tier noch gelebt, dann wurden die Bewegungen, wie es schien, sehr mühsam ausgeführt, und bald trat vollständige Leblosigkeit ein."

*) Flora, Bd. 100 (1910), Heft 2.



Bei künstlicher Ernährung der Blasen wurde am besten Fleischsaft absorbiert. Die Ernährung war eine sehr energische und erschöpfte die Blase so, daß sie stets nach zwei bis fünf Tagen infolge Überschusses der Nahrung, besonders an Eiweiß, starb. Alle mit Fleischsaft genährten Blasen und die sie tragenden Blättchen wuchsen ganz außergewöhnlich schnell, sie erzeugten dabei eine Menge Adventivsprossen und Doppelblasen.

Die Anlockung der Beutetierchen geschieht durch Absonderung von Zucker und Schleim in der Gegend des Blaseneingangs. Die Haare dieser Gegend sind also nicht, wie Darwin glaubte, dazu vorhanden, den aus der Klappe entweichenden wertvollen Stoff, den Blasensaft, samt Inhalt für die Blase zu retten und zu absorbieren, sondern um den Raub damit anzulocken und zur Klappe zu führen. Es ergab sich aus dem ersten Teile der Untersuchungen v. Luetzelburgs also erstens, daß die Blasen fähig sind, die gefangenen Organismen (neben Tieren, der Hauptbeute, findet man oft ziemlich viele Algen, Diatomeen, Desmideen u. a.) wirklich zu verdauen; zweitens, daß die Blasen eine organische Säure, die Benzoësäure, enthalten.

Aus speziellen Kulturversuchen mit einzelnen Arten des Wasserschlauches ging hervor, daß schlechte Ernährung mit Temperaturerniedrigung des Wassers die Pflänzchen an der Ausbildung von Blasen verhindert. Gute Ernährung hat Blasenbildung zur Folge, blasenlose Exemplare sind stets Hungerformen und deshalb blasen- und blütenlos. Die beiden Arten Utricularia vulgaris und neglecta sind dem Wasserleben durchaus angepaßt und gehen außerhalb des Wassers zu Grunde; die übrigen einheimischen Arten können eine direkte Wasserbespülung entbehren und bilden Landformen. Äußerst reduzierte Landformen nehmen Spaltöffnungen an und bilden vor ihrem Untergang noch Winterknospen.

Zum guten Gedeihen der Utrikularien ist auch unbedingt starker Lichtgenuß erforderlich. Längere Zeit beschattete Pflanzen kommen nicht zur Blüte und ein siebentägiger Ausschluß vom Lichtgenuß führt ihren sicheren Tod herbei.

Die Blase ist nach Goebel ein verwandeltes Blatt. Es glückte v. Luetzelburg zwar nicht, die Blattnatur dieses Organs auf experimentellem Wege zu erweisen; aber es gelang ihm, beim Durchsuchen eines auf der Insel Trinidad gesammelten Utrikulariamaterials, eine vermeintliche, merkwürdige Blase als richtiges Blatt mit Blaseneigentümlichkeiten zu erkennen, als ein Blatt mit Stiel und Spreite, jedoch zusammengesetzt und versehen mit allen charakteristischen Zutaten einer Blase. Die vegetativen Vermehrungsorgane der Utrikularia sind die von Goebel und Glück schon ausführlich beschriebenen Turionen, behaarte Winterknospen, in denen die Blütenstände und Schlammsprossen schon angelegt sind.

Ph. v. Luetzelburg faßt die Ergebnisse seiner auch auf eine Anzahl neuer und interessanter exotischer Utrikularien ausgedehnten Untersuchungen in folgende Sätze zusammen:

Die einheimischen Utrikularien sind wahre Insektivoren, sie vermögen mit ihrem Enzym bei alkalischer Reaktion und einer zur Abwehr von Mikroorganismen beigemengten Säure, der Benzoësäure, die durch die Blasen gefangenen Tiere zu ihrer Nahrung zu verwerten, indem sie dieselben langsam, aber anscheinend tiefwirkend verdauen.

Die Tiere werden mit besonderen Haaren am Widerlager und auf der Klappe, die Zucker und Schleim enthalten, angelockt; diese Haare dienen jedoch nicht zur Verdauung.

Die Blasen sind formenfest, nicht mehr plastisch, und nach ungefähr demselben Bauplan aufgebaut; ihre Klappe schließt mittels eines Schleimwulstes so fest, daß aus dem Innern nichts heraustreten kann.

Die Winterknospen der einheimischen Utrikularien können zu jeder Zeit auch künstlich während der ganzen Vegetationsperiode hervorgerufen und öfters wiederholt werden.

Die Blütenachse ist befähigt, bei geeigneter Kultur aus den Achseln der Schuppen vegetativ Seitensprossen entstehen zu lassen; dabei ist die Seitenblüte als Vegetationspunkt schon stehen geblieben und hat an ihrer Basis neue Vegetationspunkte gebildet, die dann auswachsen.

Wasser ist den einheimischen U. vulgaris und neglecta unbedingt jederzeit nötig zum Leben, während eine direkte Bespülung U. minor, Bremii, ochroleuca und intermedia längere Zeit entbehren können und dabei auch Spaltöffnungen bilden.

Die Landform U. montana hat ihre Plastizität vollständig eingebüßt, dagegen bewiesen die ausländischen, neu untersuchten Arten wunderbare Formverschiedenheit und Anpassungsfähigkeit.

Orchidee und Wurzelpilz.

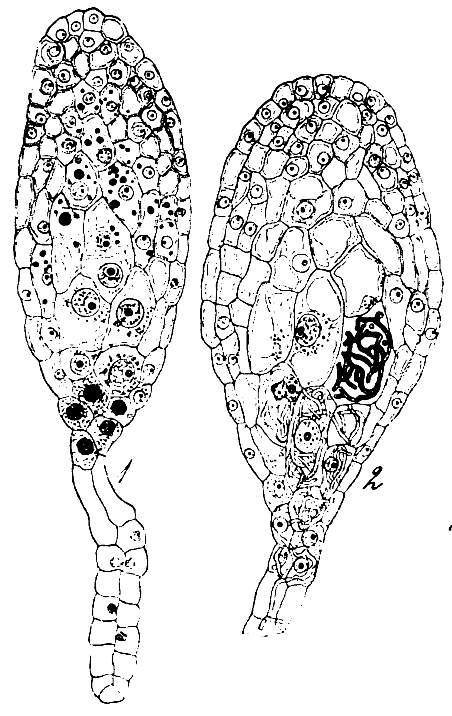
Erfahrungen der praktischen Orchideengärtnerei ließen schon lange einen Zusammenhang zwischen der sehr unregelmäßig erfolgenden Keimung der Orchideensamen und der bereits an jungen Pflänzchen vorgefundenen Wurzelverpilzung (Mykorrhiza) vermuten, und zwar in der Weise, daß der Wurzelpilz die Keimung der Samen überhaupt einleiten möchte. Als der französische Botaniker Noël Bernard einen Fund verpilzter keimender Samen von Neottia nidus avis, der farblosen „Vogelnestorchis“ unserer Wälder, machte, wurde diese Vermutung fast zur Gewißheit. Im Jahre 1903 gelang Bernard die Vereinigung des frei kultivierten Pilzes mit dem Samen einer Orchidee in Reinkultur; sein erster, aus Keimpflänzchen von Laelio-Cattleia isolierter Pilz brachte Samen von Laelia zur Keimung, während diese Samen ohne Pilz sich nur langsam bis zu einem sehr wenig fortgeschrittenen Stadium entwickelten, um dann im Wachstum zu stocken und endlich abzusterben.

Eine eingehende Untersuchung der Pilze, welche in Symbiose mit Orchideen treten, und der Physiologie dieses Gemeinschaftslebens hat Dr. Hans Burgeff*) unternommen. Die Pilze sind bei einiger Übung unschwer in Kultur zu erhalten, in-

*) Die Wurzelpilze der Orchideen, ihre Kultur und ihr Leben in der Pflanze. Jena 1909. — Die Pilzsymbiose der Orchideen, Naturw. Wochenschr., Bd. IX, Nr. 9.



dem man den Pilzinhalt einer oder einiger Wurzelzellen isoliert und auf einen geeigneten sterilisierten Nährboden bringt. Pilze von Odontoglossum, Onzidium, Phalaenopsis und Vanda und einigen einheimischen Orchideen bilden über dem Nährboden ein wolliges Luftmyzel, solche von Kattleya, Epidendrum, Dendrobium und anderen tropischen Gattungen, nebst der Mehrzahl der einheimischen, wachsen fast völlig unter der Oberfläche des Substrats. Alle in Reinkulturen gezogenen Pilze erwiesen sich als Angehörige desselben Typus, den Dr. Burgeff als Orcheomyces (Orchispilz) bezeichnet



Orchidee Laelio-Cattleya: 1. Gequollener Keimling. 2. Infektion des Keimlings durch den Pilz. (stark vergr.).

hat und von dem er 15 Formen unterscheidet. Nach Bernard ist der Pilz mit Rhizoktonia identisch und hat drei Arten.

Die physiologische Untersuchung zeigt uns die Pilze als hochgradig sauerstoffbedürftige, säureempfindliche, mit Ammoniumsalzen als Stickstoffquelle auskommende, auf stickstoffreier Unterlage nicht gedeihende Organismen. Sie bilden u. a. stärke- und glykosidspaltende Enzyme (zersetzend und spaltend wirkende eiweißartige Körper).

Die Frage, in welchem Stadium die Kombination der beiden Organismen, des Pilzes und der Pflanze, zu dem Doppelwesen erfolge, das wir als Orchideen kennen, hat Dr. Burgeff durch Versuche gelöst. Bringt man den winzigen Samen, benetzt und dadurch zum Quellen veranlaßt, in eine feine gläserne Haarröhre und füllt diese vor ihm mit einem für den Pilz geeigneten Nährboden, präpariert man ferner ein ebensolches Röhrchen ohne Samen und bringt beide in eine Kultur des Orchideenpilzes, so sieht man unter Umständen schon nach einem Tage den Pilz in die mit Agar (Nährlösung) und Samen beschickte Röhre hineinwachsen, die nur mit Agar beschickte aber nicht berühren. Der Same vermag also durch chemotropische Stoffe den Pilz anzulocken.

Der Eintritt des Pilzes erfolgt an dem einen Pol des Samens, wo wir einen aus mehreren Zellreihen bestehenden Fortsatz gewahren, den Suspensor des Keimlings, der dem Keimling in der Samenanlage der Mutterpflanze als absorbierendes Organ diente. Seine Zellen sind abgestorben. Wo er am Keimling haftet, finden wir die ersten lebenden Zellen, die mit eiweißartigen Massen angefüllten „Einlaßzellen". Über ihnen folgt das Gewebe des Embryo mit innen großen, nach außen zu kleinen Zellen, die alle mit Öl- und Eiweißmassen vollgestopft und von der kleinzelligen Epidermis umgeben sind.

Als erste Lebenserscheinung nach dem Beginn des Quellens wird das in den Samenzellen befindliche Öl teilweise in Stärke übergeführt, und der Same ist nun bereit, den Pilz zu empfangen. Seine Eintrittsstelle befindet sich immer an den unteren toten Zellen des Suspensors. Von ihnen aus durch die Einlaßzellen wachsend, deren Reservestoffe dabei verschwinden, gelangt der Pilz in die großen inneren Basalzellen des Embryo, wo sich ihm brauchbare Kohlenhydrate in der Form von Stärke darbieten, die er vermöge seiner Fähigkeit, diastatische Enzyme abzuscheiden, zu lösen vermag. Große Quantitäten Zucker werden so frei und liefern der Pflanze eine ganz bedeutende osmotische (Flüssigkeitsaustausch bewirkende) Energiequelle, die sich in starker Wasseraufnahme äußert und dadurch die Zellen zu rapidem Wachstum befähigt. Die Überernährung des Pilzes mit Kohlenhydraten hat nun als Anomalie die Bildung weitläufiger Knäuel überfütterter Pilzfäden (Hyphen) in den zuerst befallenen Basalzellen des Embryo zur Folge, und hier unterliegen sie leicht den verdauenden Enzymen des Zellplasmas. Die Hyphenmasse im Innern der Zelle verändert ihr Aussehen, die scharfen Umrisse verlieren sich mehr und mehr und endlich bleibt ein in der Mitte der Zelle schwebender Klumpen, den der Zellkern, ihn umwandernd, mit einer zelluloseähnlichen Hülle umgibt.

Inzwischen hat sich der Keimling stark verdickt, die dünne Samenhaut gesprengt und als kleines grünes Kügelchen ans Licht gedrängt. Etwas später plattet sich die obere Fläche ein wenig ab, der Keimling erhält Kreiselform. An der unteren Peripherie entstehen Papillen, die absorbierende einzellige Haare tragen. Bald zeigt sich auch am Scheitelpol des Keimlings, gegenüber dem Suspensor, das erste Blatt. Die verpilzte Region hat sich etwas weiter ausgedehnt, ohne jedoch die Epidermis oder das nunmehr angelegte zentrale Gefäßbündel zu berühren. Nur durch die absorbierenden Härchen dringt der Pilz wieder nach außen ins Substrat. In der Folge entstehen weitere Blätter und im dritten oder zu Anfang des vierten Monats die erste Wurzel.

Tritt die Infektion des Samens durch den Pilz nicht ein, so entwickelt sich der Keimling auch allein, kommt aber über ein wenig fortgeschrittenes Stadium nicht hinaus. Bei den meisten Gattungen, so bei allen auf dem Erdboden wachsenden Orchideen



unserer Heimat, ist die Entwicklung überhaupt an die Anwesenheit der Pilze gebunden, ohne sie bleibt der Same regungslos und ergrünt nicht einmal. Samen der Erdorchideen sind nach Eintritt der Infektion zunächst gänzlich unabhängig vom Lichte. Keimlinge tropischer Zypripedien (Frauenschuharten) bleiben an lichtschwachem Platze bis zum Erscheinen des ersten Blattes überhaupt farblos, werden also ganz vom Pilz ernährt und verhalten sich wie die echten Saprophyten, Neottia, Korallorhiza und Epipogon, Pflanzen, die ihre ganze, Jahre dauernde vegetative Entfaltung vom Samen bis zur blühfähigen Pflanze unter der Oberfläche des Bodens und unabhängig vom Lichte durchmachen, um erst den fertig angelegten Blütensproß über die Erde zu entsenden.

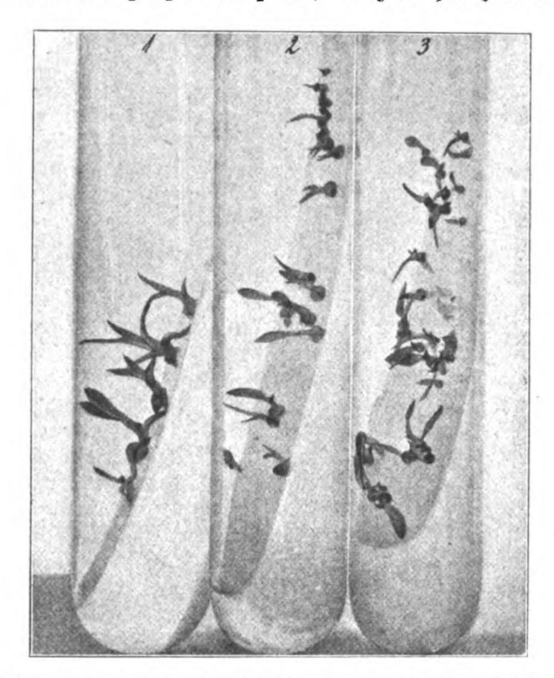
Auch die im normalen Falle frühzeitig ergrünenden Keimlinge der epiphytischen, auf Bäumen lebenden Orchideen vermögen, wie Experimente mit verschiedenen Gattungen zeigten, sich noch unter Lichtabschluß zu entwickeln und mehrere Blätter auszubilden.

Die Keimpflanzen der Orchideen sind also wohl ausnahmslos als fakultative Saprophyten (von verwesenden organischen Stoffen lebende Gewächse) zu bezeichnen und diese Tatsache erklärt die Möglichkeit der weitgehenden Reduktion (Verkleinerung) der Samen. Der Pilz ersetzt gewissermaßen das anderen Samen nötige Nährgewebe, gestattet somit die Ausbildung einer ungeheuer großen Zahl von Samen aus verhältnismäßig wenig vorhandenem Material. Das Gewicht eines Samens von Dendrobium antennatum, einer tropischen Baumorchidee, bestimmte Beccari mit 0·00565 Milligramm. Darwin hat die Überproduktion von Samen bei Orchideen nachgewiesen, er zeigte, daß eine Pflanze des gefleckten Knabenkrautes (Orchis maculata) in allen Kapseln zusammen 180.000 Samen erzeugt. Bereits in vierter Generation würden die der erzeugten Samenmenge entsprechenden Pflanzen genügen, die gesamte Erdoberfläche zu bedecken.

Natürlich läßt schon diese Überproduktion erkennen, daß die Keimungsbedingungen selten verwirklicht werden. Der ausgesäte Same muß den Pilz antreffen, um keimen zu können. Samenüberproduktion und Mykotrophie hängen somit unmittelbar zusammen, ohne zunächst einen augenscheinlichen Vorteil für die Pflanze zu ergeben, da sie ja doch ursprünglich wahrscheinlich bei einer geringeren Zahl größerer, selbständig keimender Samen ebensoweit gekommen sein muß. Der Vorteil ist für die Pflanze auf anderem Gebiete zu suchen: Die durch Mykotrophie (Pilzernährung) ermöglichte Ausbildung sehr kleiner und leichter Samen erweist sich bei den Orchideen als ganz ausgezeichnetes Mittel zur Samenverbreitung.

Dank dieser Eigenschaft ihrer Samen haben sich die Orchideen nicht nur die ganze Erdoberfläche erobert, sie gestattete ihnen auch, von dieser sich auf Bäume und Felsen zu erheben. Der ganze wundervolle Orchideenflor der Tropen setzt sich größtenteils aus Epiphyten zusammen, denen die Reduktion der Samen Existenzbedingung ist. Die Mykorrhiza hat somit den Orchideen Verbreitungsgebiete erst erschlossen, in denen sie sich zu der Gruppe von märchenhaftem Formen- und Farbenreichtum entwickeln konnten, wie wir sie heute kennen.

Das Verhältnis zwischen Pilz und Orchidee verdient den Namen einer echten Symbiose; es stellt eine Vereinigung dar, in der jeder der beiden Teilhaber eine gesteigerte Reproduktionskraft im Vergleiche zu der außer der Symbiose besitzt, und zwar an demselben Standort, an dem die Vereinigung beider gedieh. Daß der Pilz einen



Orchideensämlinge, keimend in Reinkulturen des Wurzelpilzes. 1. Hybride Odontoglossum, $6\frac{1}{2}$ Monate alt, 2. dieselben, nicht wie 1. mehrmals verpflanzt, 3. Laelio-Cattleya, mit 3 Monaten bewurzelt.

Teil der für ihn aus dem Boden schwer erhältlichen Stoffe aus der Pflanze bezieht und dadurch befähigt wird, seine Reproduktionsorgane zu bilden, geht aus dem Vorkommen der letzteren an den auswandernden Hyphen hervor. Auch ermöglicht die Symbiose ihm das Gedeihen auf einem für ihn allein unbrauchbaren Substrat, das z. B. eine bestimmte Dosis Säure enthält. Daß die Orchidee des Pilzes bedarf, ist einmal durch ihre Abhängigkeit von diesem bei der Keimung erwiesen, zum anderen wird es wahrscheinlich gemacht durch die Befunde Stahls über ihr biologisches Verhalten zu anderen selbständigen Gewächsen, vor allem über ihre besondere Wasserökonomie, ein Punkt, bezüglich dessen auf die Arbeiten Dr. Burgeffs selbst verwiesen sei.

Im deutschen Walde.

Kaum 40 einheimische Baumarten bilden den Bestand der Waldungen im nördlichen Europa, während der Wald der Vereinigten Staaten das Zehnfache an Holzgewächsen birgt. Dr. Wilh. R. Eckardt,*) der die Gründe dieser Artenarmut

*) Die Umschau, XIV. Jahrg. (1910), Nr. 7.

bei uns untersucht, sieht die Eiszeit als ausschlaggebend für das heutige Florenkleid Europas an.

Die fossilen Floren der höheren nordischen Breiten zeigen, daß bis kurz vor Eintritt der Eiszeit von Spitzbergen und Island bis Grönland und Kamschatka ein dem unserigen in vieler Hinsicht ähnliches Klima geherrscht und Wälder erzeugt hat, deren Arten denen Nordamerikas ähnlich waren. Als die Eiszeit zunächst die Polarländer vergletscherte, sind sie langsam nach Süden gedrängt worden, und zwar nach allen Richtungen hin auseinander. Daher ist es zu erklären, daß dieselben Arten kurz vor dem Vordringen des Eises bis in unsere Breiten in den verschiedenen Weltteilen anzutreffen waren. Beim Zurückkehren der Wärme blieb ein Teil der kälteliebenden arktischen Pflanzen auf den Gebirgen zurück, woraus sich die Ähnlichkeit der Gebirgsfloren der nördlichen Halbkugel sowohl untereinander als auch mit der Flora der arktischen Zone erklärt.

In keinem anderen Gebiete, selbst nicht bei dem bis in noch niedrigere Breiten vergletscherten Nordamerika, konnte die Eiszeit solche Verwüstungen anrichten wie in Europa. Ein Vergleich des europäischen Kontinents mit dem nordamerikanischen zeigt, daß Nordamerika infolge seiner Bauart, besonders infolge seines Mangels ostwestlich gerichteter Gebirge, den Pflanzen den Rückzug nach Süden besser ermöglichte als Europa. So hat die Vergletscherung des größeren Teiles von Europa viele Arten bei uns vernichtet, die im südlichen, von den Eismassen nicht mehr erreichten Teile Nordamerikas eine Zuflucht fanden. Bis zum Mittelmeer oder gegen die vergletscherten Gebirge Südeuropas gedrängt, mögen damals u. a. die Edelkastanien, Riesenzedern, Sumpfzypressen, Storaxbäume, Liriodendron, Katalpa und Sassafras, welche in Nordamerika am Leben blieben, bei uns vernichtet worden sein. Ein Entweichen nach Osten war durch die Verbindung des Kaspischen Meeres mit dem Mittelmeer verhindert, ein Zurückweichen und ein Wiederkehren, wie in Nordamerika, war weder im Süden noch im Osten Europas möglich.

Dazu kommt, daß viele nordamerikanische Gewächse, wie Magnolien, Liquidambar, die drei oben zuletzt genannten u. a. zur Vollendung ihrer vollen Vegetationsperiode höhere Wärmesummen verlangten, als sie ihnen der mitteleuropäische Sommer nach der Eiszeit in der Regel bot. Ferner sind die Regenperioden Südeuropas und die des appalachischen Nordamerika jahreszeitlich grundverschieden, insofern als hier das Maximum der Regenmengen sich mit dem Höhepunkt des vegetabilischen Lebens deckt, während in Südeuropa die Pflanzenwelt im Sommer fast nur von den Überbleibseln der winterlichen Regengüsse zu zehren hat. Daß in der Tat nicht so sehr geologische als klimatische Gründe für die Ausbildung jener Florenreiche maßgebend gewesen sind, geht am schlagendsten aus der Tatsache hervor, daß dem heutigen Kalifornien, das doch ein Klima vom Mittelmeertypus besitzt, jene für das östliche Nordamerika charakteristischen Gewächse fast gänzlich fehlen, obwohl es sie zur Tertiärzeit, da es unter dem Einflusse eines anderen Klimas stand, noch besaß.

Dr. Eckardt macht ferner auf das ostasiatische Florenreich aufmerksam, das noch artenreicher als selbst das appalachische Nordamerikas sei. Beide sind nahe verwandt, und es ist eine auffallende Tatsache, daß an zwei räumlich so weit getrennten Gebieten der Erde eine so nahe floristische Verwandtschaft besteht. Hat doch die ostasiatische Flora nicht weniger als 250 Arten in 65 Gattungen mit der nordamerikanischen gemein. Wenn die Flora östlich des Mississippi weniger reich ist, so hat das seinen Grund darin, daß das östliche Nordamerika auch im Winter reich an Niederschlägen ist, die im östlichen Asien fast gänzlich fehlen. Das dadurch bedingte heftigere Auftreten der Eiszeit hat also doch auch hier auf das Aussterben mancher pflanzlichen Organismen hingewirkt.

Dem deutschen Walde wird seit vielen Menschenaltern eine verständnisvolle Pflege zu teil, welche die Schäden der Elemente möglichst hintanhält und tierischen Schädlingen nach Möglichkeit entgegentritt, soweit Baum und Strauch sich nicht selbst zu schützen vermögen. Eine Quelle des Ärgers für den Forstmann sind die Beschädigungen, welche die im Walde lebenden Säugetiere den Rinden der Bäume zufügen. Arnold Räuber hat eine Untersuchung über die natürlichen Schutzmittel der Rinden unserer einheimischen Holzgewächse gegen diese Wildschäden angestellt, aus der hier einiges wiedergegeben sei.*)

Als Rindenschädiger kommen bei uns hauptsächlich folgende Tiere in Betracht: das Elchwild, das Rotwild und in seiner Gesellschaft hie und da das Damwild, das Reh, Hase und Kaninchen, der Biber, die Wühlmaus, Feldmaus, Erdmaus, Rötelmaus (Arvicola amphibius, A. arvalis, A. agrestis, A. glareolus), das Eichhörnchen, der Siebenschläfer oder Bilch und die Waldmaus (Mus silvaticus). Die Beschädigungen können durch Fegen und Schlagen, durch Verbiß und durch Schälen erfolgen. Eine von Räuber zur Veranschaulichung der Verletzungen angelegte Baumtabelle zeigt, daß einzelne Holzgewächse, wie Esche, Buche und Hornbaum (Haine, Carpinus Betulus), in hervorragendem Maße von fast allen aufgezählten Tierarten zu leiden haben, während gewisse Tiere ganz besondere Vorliebe für eine bestimmte Holzart oder Familie besitzen, z. B. die Hasen und Kaninchen für die Schmetterlingsblütler; diese Nager greifen überdies eine weit größere Anzahl von Holzarten schälend an als Elche und Rotwild.

Obwohl die Nager, besonders Kaninchen und Hase, befähigt und unter Umständen auch gezwungen sind, die verschiedenartigsten Holzgewächse zu benagen, so gibt es doch eine Anzahl von Holzarten, die selbst vom Kaninchen möglichst gemieden werden, was auf das Dasein gewisser, den Tieren unangenehmer Stoffe in der Rinde schließen läßt. Diese Art von Schutzmitteln sind als chemische zu bezeichnen, während alle anderen, die geeignet sind, den Angriff der Tiere zu verhindern oder den Fortschritt der Beschädigung zu erschweren, als mechanische Schutzmittel zusammenzufassen sind.

*) Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. 46 (1910), Heft 1.

An **mechanischen Schutzmitteln** enthält die Rinde der Holzgewächse besonders zwei Elemente, die sog. Steinzellen und die Bastfasern. Die Steinzellen sind als stark verholzte, dickwandige Zellen zwischen den zartwandigen Gefäßen der Rinde eingelagert, die Bastfasern sind sehr lange Zellen mit stark verdickten Wänden und engem Innenraum; sie sind in der Regel zu Bündeln von erheblicher Länge vereinigt und die Ursache davon, daß sich die Rinde vieler Holzgewächse selbst zur Winterszeit in langen Streifen abziehen läßt. Die Verteilung dieser Schutzmittel in den beiden Rindenschichten, der primären oder Außenrinde und der sekundären oder Innenrinde, ist bei den verschiedenen Baumarten recht verschieden. Während Buche, Erle und Birke, die in der sekundären Rinde nur Steinzellen führen, in den primären Rindenschichten außer den Steinzellen auch noch Bastfasern aufweisen, herrscht bei anderen Bäumen das entgegengesetzte Verhältnis. Über die Bedeutung dieser mechanischen Elemente in der Rinde schreibt M. **Büsgen** in seinem „Bau und Leben unserer Waldbäume":

Diese starkwandigen harten Gebilde werden gewöhnlich als Festigungseinrichtungen oder als Versteifungseinrichtungen betrachtet, und die Bastfasern sowie jene geschlossenen Hartzellenmauern werden in ganz jungen, sonst noch weichen Sprossen in dieser Richtung tatsächlich nützlich sein. Zerstreute Hartzellengruppen aber können hierin nichts leisten, ja sie sind etwa gegenüber Druckwirkungen, die mit dem Dickenwachstum verbunden sind, eher schädlich, da sie die Zusammenpressung der lebenden Zellen noch begünstigen müssen. Nützlich dagegen werden sie sich, ebenso wie die Sklerenchymringe, gegen tierische Gäste erweisen, indem sie die Angriffe kleinerer Tiere für die tieferen Schichten der Rinde unschädlich machen, diejenigen größerer wenigstens in ihren Fortschritten hemmen, wenn nicht ein alle Hindernisse besiegender Notstand die Tiere zu außergewöhnlichen Anstrengungen zwingt.

Ihre stärkste Ausbildung erfahren die Steinzellen und Bastfasern erst in der sekundären Rinde, die bei älteren Bäumen den weitaus größten Teil der lebenden Rinde ausmacht. Zahlreiche **Steinzellen** finden sich in der sekundären Rinde der Tanne, Birke, Buche, Rot- und Schwarzerle, während Fichte, Lärche, Schneeball, Rainweide und Hartriegel nur vereinzelte führen. **Bastfasern** besitzen u. a. Eibe, Schwarzpappel, die Weidenarten, Rüster, Linde, Apfel-, Birn- und Kirschbaum, Eberesche, Holunder, Robinie, Feldahorn, und durch beide Rindenelemente geschützt erscheinen Hasel, Eiche, Esche, Aspe, Hornbaum, Weißdorn, Roßkastanie, Spitz- und Bergahorn. Frei von den genannten mechanischen Elementen der sekundären Rinde sind die Kornelkirsche, die Weymouthskiefer, die gemeine und die Schwarzkiefer (Pinus austriaca).

Bei der Größe des Widerstandes, den die Steinzellen beim Schneiden mit dem Rasiermesser bieten, sollte man vermuten, daß sie auch gegenüber den Zähnen des Rotwildes ein wirksames Schutzmittel bieten. Das ist jedoch nicht der Fall, da Buchen und Tannen in ganz erheblichem Maße vom Rotwild geschält werden, das Schälen dieser Holzarten den Tieren also keine sehr erheblichen Schwierigkeiten zu machen scheint. Mit Hilfe eines eigens dazu konstruierten Schälapparates hat Dr. **Räuber** die Kraft gemessen, welche zum Schälen der Rinden der verschiedenen Holzarten erforderlich ist. Danach erhöhen die Steinzellen die Widerstandsfähigkeit der Rinde wesentlich, wenn sie auch nicht im stande sind, sie vor dem Schälen seitens des Rotwildes zu schützen. Die Bastfasern verleihen der Rinde eine größere Widerstandsfähigkeit als die Steinzellen, zumal sie in der Regel die Dicke der Rinde beträchtlich erhöhen. Die Bastfasernbündel erschweren offenbar infolge ihrer großen Länge den Zähnen das Eindringen und Losreißen wesentlich mehr als die unzusammenhängenden Steinzellenklumpen, die der Rinde eine bröckelige Beschaffenheit verleihen. Nur gegen Hasen und Kaninchen gewähren die Bastfasern keinen Schutz, ermöglichen es diesen Tieren sogar, die Rinde in langen Streifen abzuziehen, was für die betreffenden Holzarten Wunden von besonders großer Länge zur Folge hat.

Von großer Wichtigkeit für die Widerstandsfähigkeit der betreffenden Rinde ist ihr **Oberflächenperiderm**. Die Rinde der Birke und des Kirschbaumes leistete dem schälenden Apparat **Räubers** außerordentlich großen Widerstand, und dementsprechend sind auch Schälschäden bei diesen beiden Baumarten fast unbekannt. Wenn es auch einem Hirsch gelingen würde, die lederne Korkhülle zu durchbrechen und mit den Schneidezähnen in die lebende Rinde einzudringen, so würde doch das Abschälen derselben an dem außerordentlichen Widerstand scheitern, den die in der Längsrichtung des Stammes außerordentlich schwer zu durchreißenden Korklamellen bieten. Die Peridermschicht wirkt wie eine um die lebende Rinde gewickelte Lage Bindfaden. Dieser Schutz ist nicht nur Hirschen, sondern auch Hasen und Kaninchen gegenüber wirksam. Auch bei Bäumen, deren Oberflächenperiderm weniger dick und zusammenhängend ist als das der beiden genannten Holzarten, z. B. bei der Esche, dem Maßholder, der Ulme, nimmt es nicht unbeträchtlich an der Erhöhung der Rindenfestigkeit teil.

Daß die **Borke**, die sich bei der Sahlweide und der Robinie durch besonders große Härte auszeichnet, ein wirksames Schutzmittel gegen das Schälen des Rotwildes ist, erscheint als selbstverständlich. An gefällten Kiefern kann man oft beobachten, daß das mit dünner rotgelber Borke bedeckte obere Ende des Stammes geschält wird, während der mit starker Borke versehene untere Teil fast stets verschont bleibt. Gerade den Kiefern und Lärchen, deren Rinde der mechanischen Elemente fast ganz ermangelt und den Tieren sehr zusagt, tut eine kräftige Borke als Schutz gegen das Rotwild besonders not.

Den Kaninchen und Hasen gegenüber gewähren die **Stacheln** einiger Sträucher einen gewissen Schutz, besonders die Dermatogenstacheln der Brombeere und die Periblemstacheln der Rosen. Die Stacheln der Himbeeren sind selbst da, wo sie in großer Zahl auftreten, zu schwach, um als Schutz-



mittel der Rinden gegen Säugetiere in Betracht zu kommen, und auch die Stechorgane der Stachelbeersträucher vermögen gegen Schälbeschädigungen durch Nager kaum einen Schutz zu gewähren. Die Dornen unserer Holzgewächse, des Weiß- und Schlehdorns, der wilden Apfel- und Birnbäume, deren Hauptaufgabe im Schutze der jungen Blätter besteht, bieten nebenher im Winter der Rinde einen Schutz gegen Schälbeschädigungen durch die Nager; auch sind diese Arten dem Fegen durch Hirsche und Rehböcke nicht oder nur sehr wenig ausgesetzt.

Linden und Ulmen sind nach den Versuchen Räubers mit Kaninchen durch einen beträchtlichen Schleimgehalt ihrer Rinden gegen Beschädigungen geschützt; bei anderen Bäumen scheint der Schleim in der Rinde nur eine untergeordnete Rolle zu spielen.

Neben den mechanischen kommen die chemischen Schutzmittel der Rinde in Betracht. Bekanntlich sind die Rinden verschiedener Holzgewächse die Träger arzneilich wirkender Stoffe, von denen einige in isoliertem Zustande sich als starke Gifte erwiesen haben. Nicht alle Rinden, die uns als Giftträger erscheinen, werden von der Tierwelt gemieden, und das Verhalten der einzelnen Tierarten gegenüber gewissen Rinden ist bisweilen ein ganz verschiedenes. Den schwarzen Holunder z. B. schält von allen in Betracht kommenden Tieren einzig und allein die Rötelmaus, und zwar gründlich; Hasen und Kaninchen haben eine ausgesprochene Vorliebe für Robinie, Goldregen und Besenstrauch, deren Rinde die übrigen Säugetiere fast gänzlich verschonen.

Zu den verbreitetsten Rindenstoffen gehört ohne Frage die für die Lebensvorgänge der Pflanze selbst hochbedeutsame Gerbsäure. Gegen die Angriffe des Wildes bieten die in den Rinden enthaltenen Gerbstoffe allerdings keinen Schutz, ja sie veranlassen sogar einige Wildarten zum Schälen. Die ihnen nahestehenden Bitterstoffe, die im Weißdorn und im Besenginster auftreten, bieten gegen Hasen und Kaninchen keinen Schutz; die Vorliebe dieser Tiere dafür hängt vielleicht mit der appetitsteigernden Wirkung der beiden Bitterstoffarten zusammen. Von den Alkaloiden oder Pflanzenbasen sind die meisten für den tierischen Körper heftige Gifte und vermögen deshalb wohl den betreffenden Pflanzenteilen einen gewissen Schutz zu gewähren. Dennoch kommen manche dieser Alkaloide den Nagern gegenüber nicht zur Geltung, sei es, weil sie in zu geringen Mengen vorhanden sind, sei es, weil ihre Wirkung durch andere daneben vorhandene Stoffe, z. B. Gerbsäuren, aufgehoben wird. Nächst den Alkaloiden besitzen die intensivste physiologische Wirkung die Glykoside, von denen einige sogar in bezug auf ihre Giftigkeit höher stehen als manche Pflanzenbasen. Dennoch sind manche von ihnen, z. B. das Aeskulin in der Roßkastanie, das Populin in der Pappelrinde, den meisten Rindennagern gegenüber völlig unwirksam. Der Gehalt der Traubenkirschenrinde an Blausäure und Bittermandelöl gewährt dem Kaninchen gegenüber keinen Schutz vor Schälbeschädigungen. Harze und ätherische Öle, an denen besonders die Nadelhölzer reich sind, ziehen manche Tiere, z. B. Rehe (in Tanne und Lärche), Eichhörnchen, Rötelmaus und Siebenschläfer (in Lärche) geradezu an, während sie gegen andere schützend wirken. Auch den Kalziumoxalatablagerungen in der Rinde scheint keine bedeutende Schutzwirkung innezuwohnen.

Die meisten unserer Holzgewächse sind also in verhältnismäßig geringem Maße geschützt, eine Tatsache, die anscheinend der Beobachtung widerspricht, daß die Pflanzen im allgemeinen für den Kampf ums Dasein mit den trefflichsten Mitteln ausgestattet sind. Anderseits, sagt Räuber, darf man bei Beurteilung dieser Verhältnisse nicht außer acht lassen, daß die Tierwelt ja direkt oder indirekt auf pflanzliche Nahrung angewiesen ist, mithin gar nicht bestehen könnte, wenn sämtliche Pflanzen im Besitze absolut sicherer Schutzmittel wären. Das Vorhandensein unserer zahlreichen Tierwelt beweist aber, daß die Pflanzen wohl im stande sind, die ihnen von dieser Tierwelt beigebrachten Verluste zu ertragen, also Einrichtungen besitzen müssen, welche den Mangel an wirksamen Schutzmitteln ausgleichen. Eine Beschreibung der Lebensweise und des Vorkommens der forstschädlichen Säugetiere, die Räuber zum Schlusse seiner inhaltreichen Arbeit gibt, erläutert diese Verhältnisse noch des näheren, worauf noch gezeigt wird, wie die Holzgewächse die ihnen zugefügten Schäden auszugleichen vermögen.

Zwei im vorstehenden nicht genannte Baumarten sind die Arve und die Eibe, von denen die erstere nur im Gebirge eine Rolle spielt, die letztere wegen ihrer Seltenheit im deutschen Walde die Sorge des Forstmanns kaum noch zu erregen vermag. Ihnen beiden wollen wir uns einen Augenblick zuwenden.

Der Arve (Pinus cembra), dem Pionier der Gebirgsbäume, ist eine prächtige Arbeit Prof. Dr. M. Rikli s in Zürich gewidmet.*) Wenn der Alpenwanderer nach ermüdendem Marsche durch eines jener alpinen Hochtäler, die den Natur- und Forstfreund immer wieder zu sich locken, auch noch so erschlafft und abgestumpft dahinzieht, ein Blick auf den Gebirgswald mit seinen Baumgestalten voll urwüchsigster Individualität läßt Müdigkeit, Hunger und Durst vergessen; das Interesse belebt sich aufs Neue, denn vor ihm steht der Herold der Gebirgsbäume, die Königin der Alpenwälder, die Arve.

Sie nimmt unter den Schweizer Waldbäumen eine ganz eigenartige Sonderstellung ein. Mit der Lärche, diese sogar noch überholend, geht sie bis in die höchsten Gebirgslagen, wo Baumwuchs überhaupt noch möglich ist; aber nicht in zwerghaft verkrüppelter Gestalt, wie so viele andere Bäume, nein, in ungebeugter Vollkraft erreicht sie die obere Grenze ihrer Gemarkung, und ihre ganze Schönheit gelangt erst in diesen Lagen zur vollen Entfaltung.

Von allen beständebildenden Bäumen hat die Arve das weitaus langsamste Wachstum, sie besitzt zudem das gleichmäßigste, das leichteste und wasserhaltigste Holz, das aber trotzdem von unübertroffener Wetterbeständigkeit ist. Obwohl

*) Naturw. Wochenschr., Bd. IX (1910), Nr. 19.



habituell außerordentlich vielgestaltig, ist sie in ihrem Variabilitätsvermögen äußerst beschränkt; nur einige unbedeutende Farbenvarietäten der Zapfen kommen vor. In seinen Formen förmlich erstarrt, ist der Baum von einer Formbeständigkeit, wie sie unter unseren einheimischen Holzarten höchstens noch der Erle zukommt. Die mannigfachen Schwierigkeiten, die sich der Vermehrung und Verbreitung der Arve entgegenstellen, die große Zahl pflanzlicher und tierischer Feinde, deren sie sich zu zu erwehren hat, ihr äußerst zerrissenes Verbreitungsareal, das auf der ganzen Linie fast nur von Verlusten zu berichten weiß: alles das sind Momente, die auf einen auf den Aussterbeetat gesetzten Baumtypus hindeuten.

Von den zahlreichen Fragen, die sich dem denkenden Naturfreunde und besonders dem Forstmann beim Durchwandern des Arvenwaldes und bei Betrachtung der obersten Arvenpioniere aufdrängen, will Prof. Rikli folgende vier Gesichtspunkte herausgreifen: Wie gestaltet sich der Arvenwald im Wechsel der Jahreszeiten? Sind nordische und alpine Arve identisch? In welchen Grenzen variiert Pinus cembra und welchen systematischen Wert besitzen die verschiedenen Arventypen? Wie ist die Arve heute, wie war sie einst verbreitet, und welches sind die Ursachen ihres Rückganges?

In dem meist nur aus Arven und Lärchen bestehenden geschlossenen Gebirgswalde hat die Arve Walzenform, da sie starke Beschattung nicht scheut und die unteren Äste nicht abstößt. Wie in einem Dom erhebt sich feierlich Säule neben Säule, aber der Einzelbaum hat dadurch viel von seiner Individualität freier Lagen eingebüßt. Nadel- und Astwerk ist in der feuchten ruhenden Waldesluft mit den langen braunschwarzen Strängen des Moosbartes (Bryopogon jubatum) und den grauen Massen der Bartflechte (Usnea barbata) wie mit einem Trauerflor dicht behangen. Der seltene Siebenstern (Trientalis europaea) öffnet über den quirlständigen Blättern seine weißen Blütensterne, und zierliche Miniaturgärtchen der nordischen Linnäe überziehen die moosbedeckten Blöcke. Zwischen den Blöcken wuchert das Gewirr der rostfarbenen Alpenrose (Rhododendron ferrugineum), zu ihr gesellen sich die Eberesche, die Alpenerle und die Moorbirke. Hin und wieder sind in dem ziemlich dichten Unterholz auch einzelne Exemplare der Esche, der blaufrüchtigen Heckenkirsche (Lonicera coerulea), der Steinmispel (Cotoneaster integerrima), des Wachholders oder der meist stachellosen eigentlichen Alpenrose (Rosa pendulina) beigemengt.

Wo zwischen diesem Strauchwerk noch Raum bleibt, da beherrschen Kleinsträucher oft weithin den Boden: die Vaccinium-Arten, die Bärentraube (Arctostaphylos uva ursi) und die Rauschbeere (Empetrum nigrum) sind reichlich vertreten, und zu ihnen gesellt sich das alpine Heidekraut (Erica carnea) mit rosenroten Blütentrauben.

Doch neben dem Walzennarvenwald erscheint Pinus cembra je nach Bestandesdichte, Menge und Mischung noch in einer ganzen Reihe anderer Typen, von denen jede ihre besondere Eigenart hat. Der offene Veteranenwald ist der verbreitetste und häufigste Pionierwald höherer Lagen. Der Bestand ist in ihm sehr gelockert, vielfach mit Arvenleichen, Strünken, totem Astwerk durchsetzt. Jeder Baum ist daher scharf individualisiert, ein „Kabinettsstück". Nach den peripherischen Gebieten des Arvenareals vorrückend finden wir den Arvengürtel immer schmäler und zerrissener. Längs der oberen Waldgrenze erscheint zunächst noch ein zusammenhängender Arvenstreifenwald, der sich dann in einzelne Arveninselwäldchen auflöst. Als äußerste Vorposten bemerkt man gelegentlich, oft kilometerweit voneinander getrennt, einzelne Einsiedlerarven, meistens Über-



Kandelaberarve aus dem Ober-Engadin.

bleibsel ehemaliger Wäldchen, in seltenen Fällen auch wohl Neuansiedler.

In ihrem alpin-karpathischen Verbreitungsgebiet zeigt diese Holzart eine merkwürdige Konstanz; denn aus dem ganzen gewaltigen Gebiete ist nur eine einzige Abart bekannt, die zudem noch von recht geringem systematischen Werte ist. Sie zeichnet sich durch die gelblich-grünen, statt in der Jugend violettüberlaufenen, später zimtbraunen Zapfen aus (var. helvetica Clairv.).

Hinsichtlich der Frage: ob nordische und alpine Arve identisch sind? neigt man heute zu einer verneinenden Antwort, allerdings hauptsächlich auf Grund biologischer Unterschiede, auf die wir hier nicht weiter einzugehen brauchen. Dagegen seien noch einige der auffälligsten und häufigsten Typen der Folge- und Altersformen der Arve aufgeführt, da gerade diese dem Naturfreunde und Hochtouristen vor allem in die Augen fallen.

In tieferen, windgeschützten Lagen entwickelt sich die einzelnstehende Arve zum Solitärbaum, der sich durch die gleichmäßig abgewölbte Krone und die reichliche, ununterbrochene, dichtnadelige, weitherabreichende Beastung kennzeichnet. Oft ent-



wickeln sich mit zunehmendem Alter einzelne Äste stärker und es entsteht die Kandelaberarve, die oft förmlich Laubholzcharakter annimmt. Andere oft recht abweichende Typen entstehen größtenteils unter dem Drucke äußerer Eingriffe, so die Walzenarve, die Form des dichten Bestandsschlusses, die Blitzarven mit infolge wiederholten Blitzschlages dürren Wipfeln, die Windarven, bei denen die dem vorherrschenden Winde zugekehrte Seite der Krone eine viel kürzere, aber dafür reichlichere, oft geradezu struppige Beastung zeigt, die durch das Verbeißen seitens der Ziegen stark deformierte Verbißarve u. a.

Die Verbreitung der Arve im Alpengebiete läßt zwei Hauptzentren erkennen: das Oberengadin und die südlichen Wallisertäler, Areale, die mit den beiden Gebieten größter Massenerhebung zusammentreffen. Zahlreiche Tatsachen bezeugen den Rückgang der Arve, was zum Teil auf wirtschaftliche Momente, zum Teil auf den erfolgreichen Wettbewerb lebenskräftigerer Arten zurückzuführen ist.

Kein Gegenstand der Waldwirtschaft mehr ist die Eibe, der wir nur hie und da in entlegenen Waldwinkeln begegnen, erfreut, daß so ein ehrwürdiges, in Geschichte und Sage lebendiges Stück Waldinventar noch bis auf unsere Tage gekommen ist. In Parks, in Tiergärten, ja, da gibt es noch Taxusbäume und Taxushecken genug; war doch die Eibe eines der Requisiten, mit deren Hilfe das Rokoko seine gekünstelten Naturbühnen schuf. Aber dies sind angepflanzte Bäume, sie schmecken nach Künstelei, während eine alte Waldeibe durch urwüchsige Formen entzückt. Obwohl ihr hartes Holz nicht ohne Wert ist, hat sein langsames Wachsen sie doch der Fürsorge der Forstwirte entzogen.

Fast bei jedem der außerhalb eines Gartens oder Parks aufgefundenen Eibenvorkommen taucht die Frage auf, ob die Bäume dort von altersher zu Hause, oder ob sie von Menschenhand angesiedelt sind. Auch bei einer Eibengruppe bei der Burgruine Nideck im Elsaß, „der Sage wohl bekannt", ist die Frage aufgeworfen, ob es sich hier vielleicht um etwas Urwüchsiges, ein Relikt aus der Zeit des germanischen Urwaldes, handle. Der Botaniker Ernst H. L. Krause*) geht auf diese Frage ein und muß sie leider in verneinendem Sinne beantworten. An der Burg zeigt sich der Eibenbaum in mehreren Exemplaren beider Geschlechter. Ferner wächst hier eine dem Mauerpfeffer ähnliche Pflanze (Sedum annuum) und ein gelber Kreuzblütler, das nach der sonderbaren Form seiner Früchte benannte Brillenschötchen (Biscutella). Und wenn es nicht altes Gemäuer wäre, sondern gewachsener Fels, was an dieser Stelle kahl aus dem Bergwalde aufragt, dann stände ganz gewiß in unseren Büchern, diese drei Pflanzenarten, die sonst weit und breit nirgends zu finden sind, seien Relikte, die beiden kleinen Kräuter gar Hinterlassenschaften der Eiszeit.

Vom Eibenbaum sagt bekanntlich Cäsar, er komme viel vor in Gallien und Germanien. Aber das kann sich nur auf einzelne Landschaften beziehen, wenn es nicht überhaupt mißverstanden war. E. Krause weist ausführlich unter Berufung auf die elsässischen Botaniker des 16. und 17. Jahrhunderts nach, daß ihnen die Eibe unbekannt war. Erst der junge Mappus, der 1694 zu Straßburg Doktor wurde und 1738 starb, hat die Eibe in den Vogesen entdeckt, und zwar an demselben Standort, der bis heute der einzige in Unterelsaß ist: „in dem Niedecker Thal, neben dem Bach". Wenn man die Niedecker Eiben in ihrer Stellung zur Burgruine betrachtet, so muß man sich sagen: entweder sind sie hier erst angesiedelt, nachdem die Burg gebrochen war (was wahrscheinlich 1636 stattfand), oder sie haben ursprünglich im Burggarten gestanden. In den Hochvogesen, in der subalpinen Strauchvegetation der steilen Abhänge des Welschen Belchens, des Herrenberges und des Hohneck, da sind wirklich wilde Eiben. Die Flora von Nideck aber zeigt, daß Standorte, die dem Unbefangenen zunächst als „Relikte" erscheinen, manchmal ganz sicher gar nicht alt sein können.

Einen sehr interessanten Beitrag zur Verbreitungsbiologie der Eibe bringt Dr. Robert Stäger*) auf Grund eigener Beobachtungen. Bekanntlich werden die Eibensamen hauptsächlich durch Vögel ausgesät, die sich an dem Fleisch des prachtvoll rot leuchtenden Samenmantels letzen und die Kerne in den Exkrementen absetzen. Diese Verbreiter sind besonders Amseln, Drosseln, Raben und Bachstelzen. Dr. Stägers eigene Beobachtungen und Versuche erbringen nun den Beweis, daß auch der Kleiber (Sitta caesia) den Taxus verbreitet, und zwar nicht durch seine Exkremente, sondern dadurch, daß er die Eibensamen in die Rindenspalten großer Bäume und in Mauer- bezw. Felsritzen einkeilt, daselbst auch Vorräte versteckt, die er dann häufig vergißt, worauf die Samen unter günstigen Bedingungen keimen. Im unteren, terrassenartig gegen die Aare abfallenden Teil des Berner botanischen Gartens wachsen aus den Fugen und Ritzen zweier alter Mauern unter einer bunten Pflanzengesellschaft auch zahlreiche Eiben in allen Größen, die dort durch Vogelexkremente nicht ausgesät sein können. Der Kleiber hat die Gewohnheit, die dunklen harten Eibensamen in Baumrinde und Mauerritzen behufs bequemen Öffnens fest einzukeilen; er hebt sie, wie Dr. Stäger an einem Gefangenen beobachtete, so auch auf, und etwa vergessene Samen keimen dann später an dem eigentümlichen Standorte.

Botanisches Allerlei.

Die Lebenszähigkeit der Organismen offenbart sich gerade bei den zartesten und winzigsten Formen des Tier- und Pflanzenreiches am glänzendsten und erstaunlichsten. In seinen Untersuchungen über die Lebensdauer der Bakterien hat Prof. A. Nestler**) gezeigt, daß diese Kleinlebewesen hinter den Samen höherer Pflanzen an Widerstandsfähigkeit nicht zurückstehen, ja daß einige be-

*) Naturw. Wochenschr., Bd. IX (1910), Nr. 17.

*) Mitteil. der naturforsch. Gesellsch. in Bern 1910. Separatabdr.

**) Berichte der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. 28 (1910), Heft 1.



reits als sehr zählebig bekannte Erdbakterien etwa 92 Jahre der Vernichtung durch Austrocknen widerstehen können, ohne im geringsten etwas von ihrer Lebensfähigkeit einzubüßen.

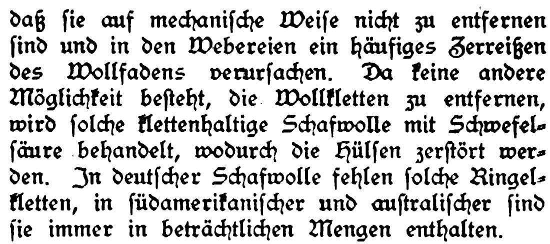
Zur Beschaffung des Materials für diese Versuche wurden Moosherbarien benutzt, deren an den Rhizoiden haftende trockene Erdkrümchen reich an Bakterienkeimchen waren. Ein von Professor Nestler selbst vor 23 Jahren angelegtes Herbar wies in einem Gramm dieser Erde noch 20.000 lebensfähige Keime der gemeinen Erdbakterien auf. Die Hauptversuche wurden mit Erdproben aus einem Herbar angestellt, dessen Pflanzen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts gesammelt und, wie auch die der jüngeren Sammlung, durch die Art der Aufbewahrung vor Verunreinigung durch Zimmerstaub völlig geschützt waren. Auch in dieser Erde kamen in einem Gramm stets Tausende von Keimen typischer Erdbakterien zur Entwicklung, aber kein einziger Schimmelpilz, ein Beweis, daß Verunreinigungen nicht stattgefunden hatten.

Im Laufe von zwei bis drei Tagen entwickelten sich in allen Kulturen aus sehr kleinen Erdmengen zahlreiche Kolonien; es wurden für je 1 Gramm Erde von 1640 bis zu 89.200 lebenskräftige Keime berechnet. Die älteste Probe, welche die 1640 Keime ergab, stammte aus dem Jahre 1818. In den Kulturen befanden sich Bacillus vulgatus Migula, Bacillus mycoides Flügge (Erdbazillus), Bacillus subtilis F. Cohn, außerdem noch eine nicht sicher bestimmte Bakterie.

Von diesen Bakterien war eine sehr große Widerstandsfähigkeit, namentlich für die Sporen des Bacillus vulgatus (Kartoffelbazillus), schon bekannt. Migula hat diesen Bazillus in zugeschmolzenen Glasröhrchen acht Jahre lebenskräftig erhalten. Nach Christen verträgt er eine mehr als 16stündige Behandlung im Dampftopfe. Prof. Nestler setzte eine 23 Jahre alte Erdprobe eine halbe Stunde lang einer Temperatur von 120 bis 130° C im Heißluftsterilisierapparat aus und fand, daß die Lebensfähigkeit des Bacillus vulgatus und des Bacillus mycoides dadurch in keiner Weise beeinträchtigt wurde. Bei einer Trockenheit von 150° waren dagegen alle Keime nach einer halben Stunde tot.

Die große Widerstandsfähigkeit mancher Pflanzensamen gegen Alter, Austrocknung und hohe Kältegrade, auf die in vorhergehenden Jahrgängen hingewiesen wurde (VII., S. 106, VIII., S. 113), findet eine weitere Bestätigung durch Versuche, welche O. Schneider-Orelli über die Widerstandsfähigkeit gewisser Medicago-Samen, sogenannter Wollkletten, gegen hohe Temperatur anstellte.*)

Als Woll- oder Ringelkletten in der Wollindustrie allgemein bekannt, bilden die Früchtchen dieser Schneckenkleearten eines der schönsten Beispiele für die Verschleppung von Pflanzensamen durch Tiere. Mit Hilfe zahlreicher, oft hakenförmig gebogener Stacheln hängen sie sich in das Wollkleid der vorbeistreifenden Schafe und verwickeln sich dabei vielfach so fest mit den Wollhaaren,


daß sie auf mechanische Weise nicht zu entfernen sind und in den Webereien ein häufiges Zerreißen des Wollfadens verursachen. Da keine andere Möglichkeit besteht, die Wollkletten zu entfernen, wird solche klettenhaltige Schafwolle mit Schwefelsäure behandelt, wodurch die Hülsen zerstört werden. In deutscher Schafwolle fehlen solche Ringelkletten, in südamerikanischer und australischer sind sie immer in beträchtlichen Mengen enthalten.

In einem Fabrikbetriebe zu Wädenswil in der Schweiz stellte sich heraus, daß in einem Posten frisch gefärbter Wolle, die ausnahmsweise einige Tage feucht liegen blieb, zahlreiche Wollklettensamen gekeimt waren. Der Reinigungs- und Färbeprozeß hatte sie also nicht zu töten vermocht, was bei der verwickelten Art dieser technischen Verfahren um so bemerkenswerter ist. Da eine große Anzahl von Samen trotz eineinhalbstündigem Aufenthalt in siedender Flüssigkeit lebend geblieben war, so fand man die schwarz gefärbte Wolle nach einigen Tagen wie übersät mit blendend weißen Keimlingen.

Daß viele Pflanzensamen eine große Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturen besitzen, ist schon lange bekannt. Besonders bei künstlich getrockneten Samen ist diese Fähigkeit recht verbreitet. Nicht minder bekannt ist die andere Tatsache, daß die Widerstandsfähigkeit alsbald verschwindet, wenn die Samen Wasser aufnahmen. Gequollene Samen ertragen hohe Temperaturen nicht mehr. Das Überraschende im Verhalten dieser Wollklettensamen liegt weniger darin, daß sie überhaupt ein eineinhalbstündiges Erhitzen auf Siedetemperatur ertragen, als vielmehr darin, daß sie diese Temperatur im Wasser liegend zu ertragen vermögen und daß die dem Wasser beigemischten chemischen Stoffe (Salmiakgeist, Essigsäure, Alizarinchromfarbe, Schwefelsäure und Chromnatron) ihnen nicht schaden. Der Grund dafür liegt in der Hartschaligkeit vieler dieser Samen, die das Eindringen der Flüssigkeit verhindert. Pouchet hat in dieser Hinsicht die Beobachtung gemacht, daß Samen einer Medicago-Art noch keimfähig waren, nachdem sie vier Stunden lang in siedendem Wasser gelegen hatten. Wenn Leguminosensamen gewisser, namentlich wildwachsender Arten, in Wasser von gewöhnlicher Temperatur gelegt werden, so nehmen nicht alle dasselbe auf; ein Teil bleibt vielmehr, nach den Beobachtungen von Nobbe, unter Umständen selbst jahrzehntelang im Wasser unverändert. Sobald aber die Samenschale verletzt ist, quellen die betreffenden hartschaligen Samen und können noch einen normalen Keim bilden.

Die von O. Schneider-Orelli angestellten Versuche ergaben nun folgendes: Gewisse Medicagosamen, wie M. denticulata und arabica, besitzen eine bedeutende Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturen. Einige entwickeln sich selbst nach 17stündigem ununterbrochenen Erwärmen auf 100° C oder nach einhalbstündigem Erhitzen auf 120° zu normalen Pflanzen. Eine, wenn auch nur kurz einwirkende Temperatur von 130° wirkte dagegen auf alle untersuchten Hopfenkleesamen tödlich ein. Infolge großer Hartschaligkeit ist ein, wenn auch kleiner Teil der Samen von Medicago den-

*) Flora, Bd. 100 (1910), Heft 2.



ticulata und M. arabica zudem befähigt, einen siebeneinhalbstündigen Aufenthalt in siedendem Wasser (98° C) oder ein einhalbstündiges Liegen in Wasser von 120° unter Druck zu ertragen. Ist infolge Verletzung der Samenschale Wasser aufgenommen, so ist die Widerstandsfähigkeit nur noch gering.

Demnach gehören die Samen gewisser Wollklettenarten zu den widerstandsfähigsten Lebewesen, die wir kennen. Nur von den Dauerformen gewisser Bakterien werden sie in ihrer Widerstandskraft gegen hohe Temperaturen noch übertroffen. Über die Bedeutung und „Zweckmäßigkeit" der Hartschaligkeit vieler Leguminosensamen sind vorläufig nur Vermutungen möglich. Hiltner vertritt die Ansicht, daß viele dieser Samen eines solchen Schutzes bedürfen, weil sie sonst der Gefahr ausgesetzt seien, in durchfeuchtetem Zustande von Bodenorganismen vernichtet zu werden. Er stützt sich dabei auf die Beobachtung, daß viele andere Samen, völlig von Wasser durchtränkt, jahrelang im Keimbett liegen können, ohne zu verfaulen, während Leguminosensamen, die aufgequollen sind, entweder binnen wenigen Tagen keimen oder aber durch Organismenwirkung vernichtet werden.

Übrigens haben zahlreiche Forscher schon bewiesen, daß die Hartschaligkeit einer bestimmten Samenprobe innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit beträchtlich zu- oder abnehmen kann.

Einen anderen Fall ungemeiner Lebenszähigkeit beobachtete R. Westling*) an einer bisher noch nicht bekannten, von ihm als Byssochlamys nivea bezeichneten Pilzart. Auf einem in Spiritus verwahrten Geaster coronatus entwickelte sich, nachdem der Spiritus infolge mangelhaften Verschlusses allmählich abgedunstet war, ein kräftiges weißes Myzel oder Pilzgewebe, worauf in kurzer Zeit außer Chlamydosporen auch Asci in enormen Mengen entstanden.**) Die Untersuchung ergab, daß ein sowohl in systematischer wie in physiologischer Hinsicht interessanter Vertreter einer neuen Gattung vorlag, der später in Töpfen mit verdunstetem Spiritus auch an Stengeln des Flachses, der Goldrute, an Zweigen von Elaeagnus macrophylla, an Teeblättern, Dahliaknollen und Safran entdeckt wurde, Pflanzen, die, mit Ausnahme des Safrans, in der Umgegend von Stockholm gewachsen waren.

Besonders auffallend war, daß der Pilz immer rein auftrat. Er kann aus genau angegebenen Gründen nicht durch Luftinfektion nach der Abdunstung des Spiritus auf jene Pflanzenteile gelangt sein, sondern muß schon in ihnen gesteckt haben. Die Sporen besitzen nämlich die Fähigkeit, der Einwirkung des Spiritus in verschiedenen Konzentrationen (bis 90 Prozent) sogar lange Zeit zu widerstehen. Daß die Pilzforscher die Art bisher nicht beobachtet haben, wird daran liegen, daß sie in Gegenwart anderer Pilze, z. B. der Schimmelpilz-(Penicillium-)Arten, als die schwächere, ihnen immer unterliegt und von ihnen bei gewöhnlicher Temperatur erstickt wird. Bei höheren Wärmegraden (+ 35° bis 37° C) hat dagegen die wärmeliebende Byssochlamys entschieden das Übergewicht, auch ist die höhere Temperatur dem Keimen der Sporen und der Ascusbildung günstig.

Ein merkwürdiges Beispiel, wie die Natur selbst ihre Kinder mit Widerstandsfähigkeit gegen Hitze und Austrocknung wappnet, bietet ein in Südafrika wachsender riesiger Vetter unseres niedlichen Immergrün, das Pachypodium Namaquamum, dessen hier abgebildete Stauden eine Höhe von 1½ Meter bei 23 bis 34 Zentimeter Durchmesser besitzen. Die Pflanze hat, wie Prof. Dr. Hildebrand berichtet, in ihrer Heimat von den Engländern den Namen „Elephant's trunk" (Elefantenstamm) erhalten, wird auch „Telegram" genannt, weil sie, aus der Ferne gesehen, einige Ähnlichkeit mit einer Telegraphenstange hat. Die Stämme treten zwischen Felsen hervor, die von der Sonne ganz ungemein stark erhitzt werden, so daß der Stamm der Pflanze, um dies ertragen zu können, einen besonderen Bau hat. Seine Hauptmasse besteht aus fleischigem, saftigem Gewebe, ähnlich wie dies bei den sukkulenten Kaktazeen der Fall ist, und kann daher, ebenso wie diese, langanhaltende Dürre ertragen. Im Juni erscheinen die großen gelben Blüten zwischen den unteren Blättern des Blätterschopfes, der den eigentlichen Stamm der Pflanze krönt. Das Alter der beiden abgebildeten Stämme ist schwer zu schätzen, jedenfalls zählt es viele Jahrzehnte, wenn nicht gar ein Jahrhundert, was nicht unmöglich ist, da dort, wo die Pflanze vorkommt, ein Wachsen in jeder Jahresperiode nur kurze Zeit möglich ist.

Über die Heimat einiger seit langer Zeit bei uns gedeihenden Pflanzen ist in jüngster Zeit Bestimmteres bekannt geworden. Die Herkunft der Reseda war bis in die neueste Zeit zweifelhaft geblieben; nunmehr ist, wie Prof. P. Ascherson*) mitteilt, Nordafrika als ihre Heimat sicher festgestellt worden. Hier entdeckte sie der Berliner Botaniker P. Taubert 1887 auf einer Forschungsreise nach der Cyrenaika, wo sie in Felsspalten und an grasigen Abhängen der Täler Wadi Derna und Wadi Chalik-el-Tefesch in Menge blühte. Nach Europa ist sie nach 1733 durch Vermittlung des Arztes Dr. N. Granger gelangt, der damals den Orient, auch die Cyrenaika, besuchte und Samen an den Jardin des Plantes in Paris sandte. Im Pariser Botanischen Garten wurde die Reseda zuerst wohl 1737 ausgesät. Sie erregte allgemeine Bewunderung durch ihren lieblichen Duft, verbreitete sich aber zunächst doch nur langsam, wenigstens außerhalb Frankreichs; denn noch im Jahre 1753 muß Linné sie nicht im Garten zu Upsala gehabt haben, da er sie in der ersten Ausgabe der Species plantarum nicht erwähnt. Bald aber findet sie sich in allen botanischen Gärten und wandert von diesen dann schnell in die Privatgärten und Zimmer.

Zu den Pflanzen, die so sehr Bürger unserer Flora geworden sind, daß man den ausländischen

---

*) Svensk Botanisk Tidskrift, Bd. 3 (1909), Heft 2.

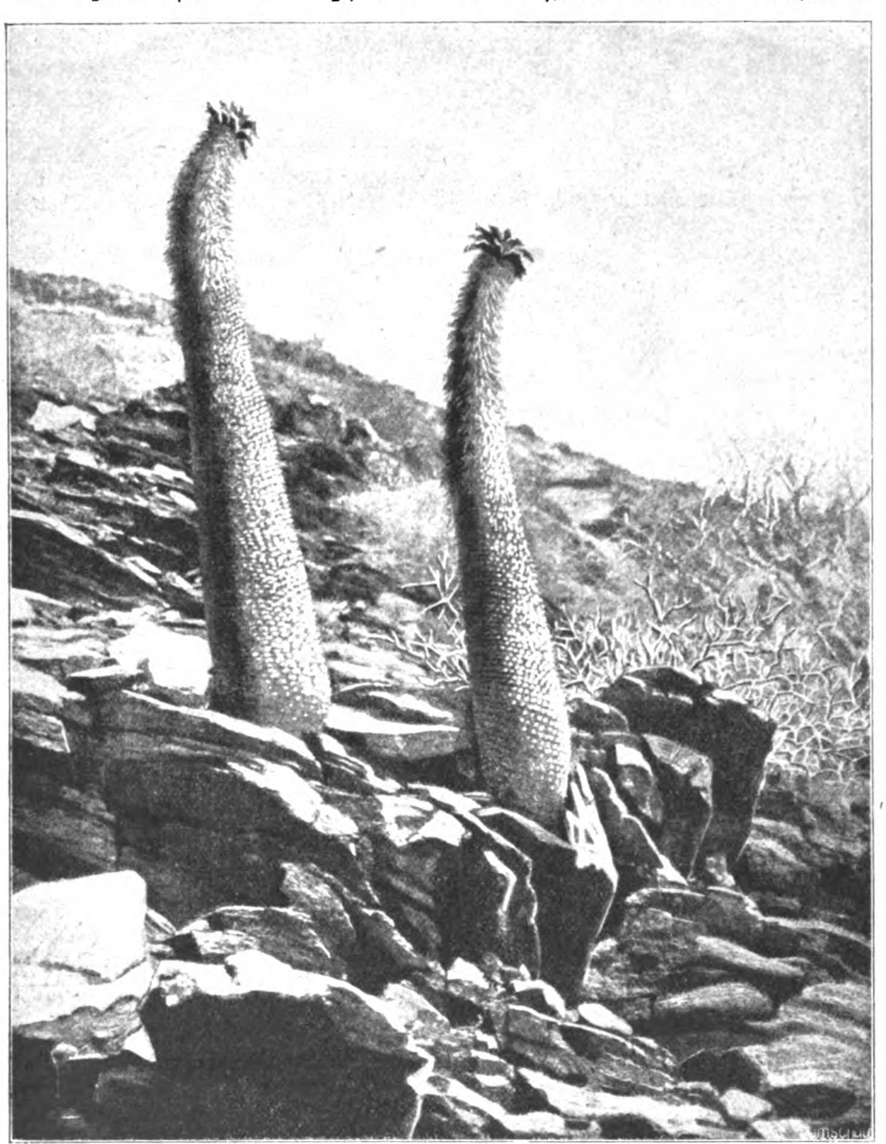
**) Chlamydosporen sind einzelne, dickwandige, für das Überstehen einer Ruhepause ausgerüstete Keimzellen im Pilzgewebe, Asci auf geschlechtlichem Wege entstandene Fortpflanzungszellen des Pilzes.

*) Verhandl. des Bot. Vereines d. Prov. Brandenb., Bd. 51 (1909).



Ursprung völlig übersieht, gehört der Kalmus. Er kam um die Mitte des 16. Jahrhunderts aus Kleinasien zu uns und dürfte aus dem heißen Ostasien stammen. Obwohl völlig naturalisiert, reift er bekanntlich in Europa keine Früchte, sondern pflanzt sich nur vegetativ fort. Das liegt, wie

sicheren Stammform bis vor kurzem zweifelhaft erscheinen. Erst vor kurzem ist durch A. Aaronsohn in Nordpalästina die wilde Stammform, Triticum dicoccoides (der wilde Emmer), häufig vergesellschaftet mit der Urgerste (Hordeum spontaneum), entdeckt worden. Auch die Stammpflanze



Pachypodium Namaquamum.

M. Mücke nachgewiesen hat, an einer Entwicklungshemmung, welche Pollen und Samenanlage erfahren; hervorgerufen wird diese Hemmung höchstwahrscheinlich durch das kältere Klima Europas, denn der aus dem kühleren Japan stammende Acorus gramineus trägt reife Früchte bei uns. Im übrigen aber hat Acorus calamus sich vollkommen an unser Klima angepaßt, namentlich hinsichtlich der Winterruhe, die bei frisch aus Indien eingeführten Stöcken im Warmhaus gar nicht, im Freien ganz anders und unregelmäßiger auftritt.

Die Herkunft des Weizens, des wichtigsten Getreidegrases, konnte mangels Auffindung einer

des Einkorns (Tr. aegilopoides) fand sich in derselben Gegend, der Nähe von Damaskus, und auch die Stammform des Roggens (Secale montanum) wurde dort in einigen Exemplaren gesammelt und damit zum erstenmal für diese Gegenden festgestellt. Bemerkenswert ist, daß der wilde Emmer die entgegengesetztesten klimatischen Bedingungen nicht scheut. Seine vertikale Verbreitung erstreckt sich über mehr als 2000 Meter. Dabei ist er eine Pflanze des Felsbodens und vermeidet in den untersuchten Gebieten die weiten Ebenen und Steppen. Kulturversuche mit den wilden syrischen Weizenformen werden seit einiger Zeit auf der landwirt-

schaftlichen Hochschule zu Poppelsdorf bei Bonn angestellt.

Die schon in einem früheren Jahrgang (VII., S. 144) berührten Versuche über das geschlechtliche Verhalten isolierter, deshalb also auch unbefruchteter weiblicher Stöcke des Bingelkrautes (Mercurialis annua) sind von Prof. E. Strasburger mit merkwürdigem Ergebnis fortgesetzt.*) Bekanntlich ist das Bingelkraut eine zweihäusige Pflanze; man sollte also, wenn man weibliche Stöcke der Pflanze isoliert, annehmen, daß diese mangels befruchtenden Blütenstaubes keine Samen brächten. Es tritt aber trotz Fehlens männlicher Exemplare Frucht- und Samenbildung ein, so daß man glauben konnte, einen Fall von typischer Parthenogenesis, jungfräulicher Zeugung, gefunden zu haben.

Bei Fortsetzung der Versuche Strasburgers stellten sich fünfeinhalb Monate nach der Aussaat des Samens bei isolierten weiblichen Merkurialispflanzen Fruchtansätze ein. Bei genauerer Beobachtung fand Strasburger einige wenige männliche Blüten, die vereinzelt in den Knäueln der weiblichen saßen. Nach einigen Monaten wurden diese männlichen Blüten, die kleiner sind als die an rein männlichen Pflanzen, häufiger, worauf dann die Pflanzen abstarben. Jede Anthere der anomal entstandenen männlichen Blüten erzeugt etwa 1000 Pollenkörner, die sofort nach dem Öffnen der Blüte entleert werden. Sie fallen auf die tiefer gelegenen Pflanzenteile und werden durch den geringsten Luftzug überallhin verstäubt. Auch kann der Pollen durch kleine Ameisen, die sich stets auf dem Bingelkraut aufhalten und nach Blattläusen suchen, auf die Narben getragen werden.

Die Aussaat dieser so ungewöhnlich bestäubten Samen ergab unter 16 jungen Pflanzen 14 weibliche und nur zwei männliche, also siebenmal so viel weibliche wie männliche. Die Aussaat von Samen weiblicher Stöcke, die auf normale Weise, also durch den Pollen rein männlicher Stöcke, befruchtet waren, ergab unter 71 Sämlingen 40 weibliche und 31 männliche, also ein ganz anderes Verhältnis. Wurden nun diese letzteren weiblichen Exemplare nach der ersten normalen Fruchtbildung isoliert, so erzeugten sie nach einem Monat einige wenige männliche Blüten. Die mit ihrer Hilfe entstandenen 907 Samen ergaben 148 rein weibliche Keimpflänzchen, was vielleicht darauf zurückzuführen ist, daß die Fruchtbildung anfangs nicht genügte, um das gesamte Fruchtungsbedürfnis der Pflanze zu sättigen.

Als Ursache der Ausbildung vereinzelter männlicher Blüten in weiblichen Blütenständen sieht Strasburger die Ansammlung bestimmter Stoffe in der Pflanze an. Im normalen Zustande ist Merkurialis zweihäusig; das Unterbleiben der Fruchtbildung infolge Absperrung veranlaßt aber die weibliche Pflanze, männliche Blüten zu erzeugen.

*) Zeitschr. für Botanik, I. Jahrg. (1909), Heft 8.

Ein merkwürdiges Verhalten hinsichtlich ihrer Fortpflanzung zeigen auch die Hierazien (Habichtskräuter), mit deren Untersuchung C. H. Ostenfeld*) sich beschäftigt. Es kommen bei Hierazium sowohl ohne Bestäubung Frucht bringende (apogame) Arten, als auch ohne Bestäubung unfruchtbar bleibende (nicht apogame) Arten vor. Die Untergattung Stenotheka bedarf typischer Befruchtung behufs Samenbildung, repräsentiert also das niedrigste Stadium. Die Untergattung Archhierazium erwies sich fast in allen untersuchten Arten als apogam, stellt also das höchstentwickelte Stadium dar.

Bei den neuen Untersuchungen geschah die Kastrierung der Blüten, deren Apogamie geprüft werden sollte, in der Weise, daß der obere Teil der noch geschlossenen Blütenköpfchen mit einem scharfen Messer entfernt wurde, so daß sowohl die Antheren wie die oberen Teile der Griffel fortfallen. Diese Verwundung beeinträchtigt die Fruchtbarkeit der apogamen Arten nicht, während bei den auf Bestäubung angewiesenen Arten dann natürlich keine Früchte entstehen.

Wie bei den anderen Vereinsblütlern bringen es auch bei den Habichtskräutern nicht alle Blüten eines Köpfchens zur Bildung keimfähiger Samen. Der Prozentsatz an tauben Früchten in einem Köpfchen wechselt bei den verschiedenen Arten, bei verschiedenen Pflanzen derselben Art und sogar bei derselben Pflanze je nach der Jahreszeit und von einem Jahre zum anderen. Die Köpfchen jedoch, die etwa zur selben Zeit an einer Pflanze reifen, zeigen zweifellos dasselbe Verhältnis zwischen leeren und vollen Früchten. Dieses Verhältnis kann nun durch die Kastration gestört werden, falls es sich um Pflanzen handelt, bei denen sowohl auf apogamem Wege als auch durch Bestäubung Früchte entstehen können, wie bei verschiedenen Arten der Untergattung Pilosella. Beobachtungen an einer größeren Anzahl Arten der Untergattung Archhierazium ergaben dagegen keine erhebliche Störung des Prozentsatzes an vollen Früchten infolge der Kastration. Diese Arten, etwa 60 an Zahl, sind daher absolut apogam. Nur Hieracium umbellatum ist normal sexuell, mit Ausnahme einer Rasse, bei der Apogamie und daneben normale Befruchtung auftritt.

Ostenfelds Versuche mit Bastarderzeugung bei Hierazien haben u. a. ergeben, daß aus der Kreuzung Hieracium auricula × aurantiacum neue, ganz konstante Formen oder Arten entstehen können.

*) Zeitschr. f. indukt. Abst.- und Vererbungslehre Bd. III. (1910), S. 241.

Aus dem Tierreich.

(Zoologie.)

Von der Tierseele * Aus der Säugetierwelt * Vogelleben * Wanderungen im Fischreiche.

Von der Tierseele.

Unter der Überschrift „Altruismus im Tierleben" erzählt ein ernsthafter Gelehrter, der Engländer J. H. Elgie,*) folgende seltsame Geschichte: Ich untersuchte Essigälchen unter dem Mikroskop, als eines von ihnen strandete, indem es sich in die seichtere Partie des Essigtröpfchens verirrte und sich dort hin und her schlängelte, während die Flüssigkeit noch seichter wurde. Als es gerade im Begriffe schien, seinen Todeskampf zu endigen — wie groß war mein Erstaunen, als ich sah, daß drei oder vier andere Älchen einen stürmischen Vorstoß aus dem tieferen Essig machten und sich durch den seichteren dahin durchdrängten, wo ihr gestrandeter Kamerad lag.

Und nun geschah das Seltsamste, dem ich jemals in der Welt der Mikroorganismen als Zeuge beizuwohnen Gelegenheit hatte: Diese winzigen Lebensretter stürzten sich mit aller Energie der Verzweiflung auf ihren nun ganz still daliegenden Kameraden und bewegten ihn langsam nach dem tieferen Teile der Flüssigkeit zu, den sie gerade noch zur rechten Zeit erreichten, um ihr eigenes Leben und das des Verunglückten zu retten.

Gesetzt, der Vorgang sei gut und vollständig beobachtet — und es ist kein Grund, daran zu zweifeln, so drängt sich die Frage auf: Was ging hier in den winzigen, 1—2 Millimeter langen Fadenwürmern vor, um sie zu dem geschilderten Tun zu veranlassen? Daß hier irgend eine Art altruistischer, auf das Wohl des Nächsten bedachter Regung im Spiele war, wird kaum anzunehmen sein, wenn wir bedenken, wie spät in der Entwicklung des Tierreiches, abgesehen vom mütterlichen Instinkt, altruistische Regungen auftauchen. Wir besitzen überhaupt keine Vorstellung davon, wie ein etwaiges „Seelen"-Leben bei Wesen so niedriger Gattung beschaffen sein könne, kurz wir stehen, wenn wir nicht zu einer rein physikalischen Lösung greifen wollen, vor einem vollkommenen Rätsel.

Ob das Wort „Sympathie" die Lösung in sich birgt? Dr. J. Hundhausen**) erzählt unter anderen Tierbeobachtungen folgende: Vom Gardasee brachte ich eine Anzahl Seidenraupen, die ich gemästet und die sich verpuppt hatten, mit an den Rhein und ließ sie da ausschlüpfen. Die Temperaturdifferenz war den Tieren aber wohl nicht zuträglich, obwohl die meisten zur Eiablage kamen. Einige krochen aber überhaupt nicht aus. Von diesen machte ein besonders großer Kokon wiederholt Versuche zum Durchbrechen der Gespinstwandung, was durch Erweichen geschieht, und zwar an zwei Stellen; aber das Ausschlüpfen gelang nicht und der Kokon starb. Ich wußte, daß sich darin ungewöhnlicherweise zwei Seidenraupen eingesponnen hatten, und gab deshalb den abnormen Fall zur Untersuchung. Prof. Doflein fand, daß es zwei Weibchen waren, und beide pébrinekrank. — Sollten nun, fragt Dr. Hundhausen, nicht die Tierchen, die ihre Schwäche nicht bloß beim vergeblichen Versuche auszuschlüpfen, sondern schon vorher gefühlt haben müssen, sich aus Sympathie gemeinsam eingesponnen haben? Ich meine nämlich, daß man diese tiefe Sympathie unter den Tieren, von denen man ja sehr vieles noch erzählen könnte, zu wenig beachtet, und daß man nicht berücksichtigt, wie hierin sich der tiefste Zug der Zusammengehörigkeit aller lebenden Wesen zeigt. Sei es ein Tier, welches es wolle, es fühlt am Tone des Behandelnden, wie es ihm gesinnt ist, und die Töne des Lockens und Schreckens u. s. w. unter den Tieren sind den unserigen verwandt.

Unter den Wesen, die uns seelisch am nächsten stehen, bei denen wir also am ehesten einige Aufschlüsse über psychische Vorgänge im Tiere erhoffen können, steht der Hund an erster Stelle. Geh. Baurat H. Bens,*) offenbar ein scharfer Beobachter und warmer Tierfreund, hat kürzlich seine Beobachtungen über die seelischen Verschiedenheiten der Hunderassen mitgeteilt, Beobachtungen, die sicherlich weitere Kreise interessieren werden. Bens charakterisiert die einzelnen Rassen sehr treffend und geht dann näher auf das Gemütsleben der Tiere ein.

Hunde sind dankbar. Man merkt einem Hunde oft an, wie es ihm zum Bewußtsein kommt, daß ihm Gutes geschieht. Urplötzlich drängt es ihn zuweilen, an seinem Herrn zu streicheln und herumzulecken. Wunderbar ist die Feinfühligkeit mancher Hunde, die uns unsere jedesmalige Stimmung ablauschen und unsere eigenen Affekte kopieren. Sie merken bei besonderen Vorkommnissen an unserem ganzen Verhalten leicht, daß etwas anders ist, als es sonst war. Setzt uns z. B. eine frohe Botschaft in eine heitere, lebhafte Bewegung, gleich teilt sich dies auch dem Hunde mit, auch er wird freudig erregt und sucht sich sofort allen hierin verständlich zu machen. Umgekehrt fühlt der Hund leicht heraus, wenn sein Herr infolge eines Unglücksfalles oder einer Erkrankung seelisch deprimiert ist. Das Gebaren des Hundes beweist dann etwas Wehmütig Teilnahmvolles; noch mehr als sonst will er in der Nähe seines Herrn sein, jeden Augenblick möchte er sich liebevoll an diesen herandrücken, er vermeidet jedes laute Tun, kurz der Hund zeigt etwas Tröstendes, etwas Menschliches.

*) Nature, Nr. 2121, p. 489.
**) Die Umschau, XIV. Jahrg., Nr. 30.

*) Die Umschau, 1910 Nr. 15 und 22.

Bewundernswert ist auch das feine Gefühl der Hunde für Lob und Tadel. Ersteres läßt sie ordentlich eine stolze Haltung einnehmen und veranlaßt sie, den Kopf hoch zu tragen. Tadel, auch wenn er ihnen selbst nicht kundgetan wird, sondern nur aus des Herrn Erzählung anderen gegenüber heraustönt, macht sie verstört und tiefgeknickt. Der Hund studiert Mienen- und Gestenspiel mit den Augen und sucht sich in seinem Verhalten nach uns zu richten; er hört beim Angeredetwerden nicht nur nach dem Worte hin, um etwa ein Stichwort aufzufangen, sondern achtet auf beides, auf das Wort und auf die Art, bezw. den Impuls, mit dem das Wort begleitet wird. Hunde sind auch in ihrer Art Menschenkenner: sie unterscheiden genau zwischen ihnen sympathischen und unsympathischen Menschen, d. h. alle Menschen, die im Wesen ihrem Herrn gleichen, auch die, zu denen ihr Herr freundlich tut, sind ihnen sympathisch.

Es gibt Hunde, die sich sehr dumm stellen, wenn sie merken, daß man ihnen nach einer Übertretung auf der Spur ist. Das sind offenbar sehr kluge Hunde, aber sie können lügen. Wiederum lügen Hunde, die nach einer Züchtigung so tun, als könnten sie nur noch auf drei Beinen laufen, während sie, z. B. im Zimmer allein gelassen und durch das Schlüsselloch beobachtet, ganz gemütlich, wie sonst, sich ihrer vier Läufe bedienen.

Für das gute Gedächtnis des Hundes, der sich alles, was ihn einmal interessiert hat, genau merkt, gibt der Verfasser einige hübsche Beispiele, aus denen nur noch eines angeführt sei, das einen klugen, wachsamen, treuherzigen und sehr anhänglichen Spitz betrifft. Bens mußte alljährlich früher eine bestimmte Sommerfrische aufsuchen, wohin er das Tier stets mitnahm. Daselbst eines Tages gegen die Dämmerung einen Hohlweg passierend, sah er plötzlich vor sich zwei Reitesel mit ihrem Führer stehen. Kaum hatte der Hund die Esel, eine Tiergattung, die er überhaupt noch nicht kannte, erblickt, als er auch schon voller Angst sich davonmachte und die steile Berglehne erkletterte, von der er sich erst, lange nachdem sein Herr die Tiere hinter sich hatte, herunterwagte, immer noch ängstlich und mißtrauisch hinter sich schauend. Ungefähr ein Jahr später und um dieselbe Tageszeit führte der Weg beide wieder an dieselbe Stelle. Die Esel waren zwar nicht da, aber als Bens sich umblickte, um dem Hunde sein vorjähriges Renkontre mit den Eseln in Erinnerung zu bringen, war der Hund verschwunden. Oben an der Berglehne, fast genau an derselben Stelle wie vergangenes Jahr, saß er unter Zeichen von Angst und Besorgnis, und kein Anruf, keine Versicherung, daß die Esel nicht da seien, brachte ihn herunter. Erst als Bens weitergegangen, kam er auf Umwegen nach, unter Gebärden der Reue und der eben ausgestandenen Angst.

Mit dem Gesagten möchte Bens beweisen, daß neben Instinkt und Intelligenz auch in nicht geringem Umfang Seele im Hunde tätig ist.

Hinsichtlich des Äußerungsvermögens der Hunde entwickelt Baurat Bens folgende Meinung:

Ich bin der festen Überzeugung, daß es eine Hundesprache gibt, allerdings für die Allgemeinheit dieser Tiergattung in beschränkterem Umfang als für das einzelne Individuum. Das, was zunächst der Hund aus der Urzeit an Sprache auf unsere Tage herübergebracht hat, sind Töne, die ich, wie bei vielen wilden Tieren wegen Entbehrung der „Lautklänge", eine „Signal"-Sprache nennen möchte. Die Höhe oder Tiefe, die Klarheit oder Rauheit der Töne, die kurze oder mehrmalige Wiederholung derselben, das Brummen und Knurren sind unstreitig bei allen Hundearten ein und dieselbe Interpretation für das, was bei Affekten in der Seele des Hundes vor sich geht, z. B. beim Erstaunen, bei Angriff und Verfolgung des Feindes u. s. w. Hiezu tritt als zweites Moment die Summe alles dessen, was der Hund im Laufe einer mehrere tausend Jahre umfassenden Domestizierung (Zähmung) an der Seite seiner Erzieher und Pfleger, der Menschen, als weiteren Sprachschatz hinzugelernt hat. Denn der Hund hat, als treuer Begleiter des Kulturmenschen, in Ausbildung seiner seelischen und Intelligenzfähigkeiten ein großes Entwicklungsstadium durchlaufen, er hat dem Menschen Bedürfnisse abgelauscht, er selbst hat gelernt, für das, was er will, sich seinem Herrn verständlich zu machen, und hat hiefür den passenden Ausdruck mit Hilfe seiner Stimmittel mehr oder minder gefunden. Denken wir nun an die Kreuzungen, die immerwährend vor sich gegangen sind, und an die daraus hervorgegangene Vererbung, so wird wohl die Annahme nicht von der Hand zu weisen sein, daß dieser erweiterte Sprachschatz innerhalb der Hundewelt viel Gemeinsames, also sog. Gemeinplätze hat.

In diesem Sinne aufgefaßt, kann ich der Behauptung des Herrn Dr. E. Gruber*) in Freiburg i. B., der scharfe und sicherlich zutreffende Beobachtungen angestellt hat, über die Möglichkeit

*) Dr. Gruber schreibt hinsichtlich der „Sprache des Hundes":

„Ich selbst bin im Laufe vieler Jahre zu der Überzeugung gelangt, daß, speziell was Dachshunde und Terrier anbelangt, die ich genau kenne, der Hund seine ausgesprochene Ausdrucksweise in Lauten besitzt. Ich habe etwa 20 verschiedene Lautgebungen festgestellt. Es sind dies:
Bellen bei Verfolgung eines Wagens usw.,
Bellen bei Anblick eines großen Hundes (dies speziell macht ein kleiner Dachs),
Bellen bei fremdem Hund außerhalb des Gitters,
Aufziehendes Knurren bei unsympathischem Hund,
Bellen bei verdächtigem Geräusch im Haus,
Bitte um Öffnung einer verschlossenen Tür,
Freudengeheul oder Bellen bei Rückkehr des Herrn,
Schmerzgeheul,
Winseln bei ungeduldigem Warten, oder wenn man mit ihnen spricht,
Bellen bei Anblick einer Ratte oder eines Eichhörnchens,
Bellen bei Anblick einer Katze,
Bracken bei Verfolgung eines Wildes,
Bellen oder „bracken" beim Spielen,
Kampfgeschrei während einer Beißerei,
Bellen bei lebhaften Träumen,
Jammern beim Baden,
Gelangweiltes Bellen,
Nervöses Bellen bei drohendem Wetterumschlag,
Grunzendes Jammern beim Zurechtkratzen des Lagers.

Meine Schwester hatte einen Terrier, der oft nur einen kurzen Laut von sich gab, sie konnte aber genau unterscheiden, je nach Tonhöhe oder Intensität, ob es sich um eine Ratte, Katze oder um bloße Bitte um Türöffnung handelte."



einer Hundesprache nur beipflichten. Es tritt aber bei der Untersuchung dieser Frage noch ein drittes Moment hinzu, was sehr beachtet werden muß, nämlich das Individuelle, das der einzelne Hund gewissermaßen als besondere Sprachdomäne für sich zu dem ihm überkommenen Sprachschatz hinzuentwickeln muß und tatsächlich auch entwickelt. Der einzelne Hund lebt doch in verschiedener Umgebung u. s. w., die Verschiedenheit der Daseinsbedingungen geht an dem einzelnen nicht spurlos vorüber, und wenn der Hund ein Sprachvermögen hat, wie wohl nicht bestritten werden kann, so muß sich beim einzelnen Exemplar ein Sondersprachschatz ausbilden.

Man muß aber, schließt Bens, um mich richtig zu verstehen, bedenken, daß im ersten, zweiten wie im dritten Falle, also der von der Urzeit her vorhandene, der erweiterte wie der individuelle Sprachschatz, entsprechend der Natur eines Lebewesens, das tiefer als der Mensch steht, immer nur von geringem Umfang ist, daß also von einem Schatze, als einer Vielheit, nicht die Rede sein kann. Die Töne, die der Hund zu denjenigen, die er aus seinem Urzustande mitbrachte, hinzugelernt hat, bestehen daher auch nicht in neuen Tönen, sondern es sind nur Färbungen, Zeitvarianten usw. der vorhandenen; sie bedeuten also keine neuen Höhen oder Tiefen innerhalb der Stimmlage. — Die Sprache, auch die fortentwickelte, bleibt immer nur Signalsprache. Der sogenannte Sprachschatz des Hundes bleibt schon deshalb beschränkt, weil der Hund gleichzeitig und vorzüglich mit den Augen, mit seinen Gesten und seinem Schweife spricht.

Es wäre wünschenswert, eine Untersuchung der Hundesprache mit Hilfe des Phonographen vorzunehmen, wie eine solche Prof. Garneri seinerzeit an Affen vorgenommen hat. Leider scheinen derartige Untersuchungen völlig wieder in Vergessenheit geraten zu sein.

Über die Seelentätigkeit gefangener Vögel haben sich kürzlich zwei bekannte Ornithologen, Pfarrer W. Schuster*) und Fritz Braun**), ausgesprochen. Beide stehen auf dem Standpunkte, daß der Vogel hauptsächlich instinktiv, aus dem Triebleben heraus, handelt, daß Verstand, Einsicht und Überlegung selten eine Rolle spielen. Wo letzteres der Fall zu sein scheint, läßt sich doch bei tieferem Eingehen auf das betreffende Beispiel fast immer das Gegenteil zeigen. Hier sei von jedem Autor ein solcher Nachweis angeführt. Ein Berichterstatter erzählt von einem Raben: benahm man sich, als sähe man ihn nicht, so stahl er geschickt einen Bissen, um ihn so rasch wie möglich hinunterzuwürgen; drehte man sich plötzlich um, so ließ er den erdiebten Bissen unbeweglich in der Kehle stecken und blickte den darüber aufs köstlichste amüsierten Beschauer schläfrig an. Diesen anscheinend für Intelligenz sprechenden Vorgang möchte W. Schuster — und gewiß mit Recht — für den typischen Fall eines instinktiven Benehmens erklären. Gerade so machen es instinktiv (d. h. unbewußt, aber zweckmäßig) gewisse Vögel auf der Stelle, wenn sie sich beobachtet fühlen: sie halten mit jeder Bewegung inne. Dies hat sein Gutes und entspricht ganz der Natur, d. h. der physiologischen Aufnahmefähigkeit unseres Auges und des Auges der meisten Tiere. Bewegungen werden viel eher gesehen als ruhende Dinge, schon deshalb, weil das sich Bewegende eine größere Fläche einnimmt als das Ruhende. Ein vortrefflicher Beweis dafür, daß jener Rabe nicht nach Überlegungsmomenten handelte: er machte es immer wieder, er unterließ das Nichthinunterschlucken des Bissens auch nicht, als er längst wissen mußte, daß ihm darum kein Leid geschehe. Er unterließ das angebliche „Sichverstellen" auch später nicht, er konnte es nicht unterlassen, weil der Instinkt so tief im Tiere sitzt, daß es lebenslang nicht davon loskommen kann. Es ist genau so wie mit der Rohrdommel hinter dem Gitter des Frankfurter Zoologischen Gartens, die auch dort immer noch die allein für den Rohrwald geeignete Täuschungsstellung einnimmt.

Das durch die Zähmung zu stande kommende Verhältnis zwischen dem Pfleger und dem Vogel wird nach F. Brauns Ansicht viel zu optimistisch gedeutet. Ein mit wirklicher Kenntnis der menschlichen Persönlichkeiten zusammengehendes Anschmiegen an den Menschen, das auf höheren Trieben, wie dem Geselligkeits- und Spieltrieb, beruht, finden wir nur bei den geistig am höchsten stehenden Vögeln, z. B. den Papageien und den Raben. Sonst sollte sich der Vogelpfleger, anstatt daß er von rührender Zuneigung und hingebender Liebenswürdigkeit spricht, zumeist begnügen, uns davon zu berichten, daß der Nahrungstrieb bei seinen Pfleglingen unter gewissen Umständen den Fluchtreflex überwunden hat. Nicht die Aussicht, sich mit seinem Herrn unterhalten zu dürfen, begrüßt in den meisten Fällen der Gefangene mit Freudenzeichen, sondern vielmehr jene Veränderung in seiner Umgebung, die er gedächtnismäßig mit dem Erhalten von Leckerbissen in Zusammenhang bringt.

Je mehr man gefangene Vögel beobachtet, desto mehr wird man sich darüber klar, daß sie nicht in jedem Einzelfalle irgendwie überlegen, was zu tun sei, sondern gewöhnlich ganz schematisch handeln. Eine recht intelligent erscheinende Haubenlerche Brauns schüttete Tag für Tag ihr Futtergefäß um und las dann die Futterbestandteile vom Boden auf. Als er nun das Futtergefäß mit dem Wassergefäß vertauschte, warf sie regelmäßig zuerst ganz zwecklos den an Stelle des Futternapfes stehenden Wassernapf um und fuhr damit wochenlang fort. Erst nach etwa zwei Monaten ließ sie zuweilen den Wassernapf in Ruhe. So lange dauerte es, bis sie in dieser Hinsicht umgelernt hatte.

Ich selbst kann diese Erfahrungen an einem Amselweibchen, das uns vor etwa acht Jahren ganz jung, kaum flügge, zugeflogen kam, nur Zug für Zug bestätigen. Das Tier ist, obwohl ständige Spielgefährtin meiner Tochter von deren fünften bis zwölften Lebensjahre und anscheinend recht anhänglich an sie, noch ganz von ihren Instinkten beherrscht wie am ersten Tage und zeigt häufig Züge von erstaunlicher Dummheit. Ein Mensch

*) Zur Psychologie der Vögel. Natur und Offenb., Bd. 56 (1910).

**) Von Seelenleben gefang. Vögel. Die Umschau, 1910, Nr. 23.

ohne Hut und derselbe mit dem Hute auf dem Kopfe sind für sie zwei ganz verschiedene Wesen; dem ersteren gegenüber bleibt sie ruhig, d. h. wenn es einer aus der Familie ist; in dem Moment, wo er den Hut aufsetzt, flattert sie unter Angstgeschrei entsetzt im Käfig umher. Derartige Beispiele ließen sich zu Dutzenden anführen.

Prof. Dr. August Forel, der berühmte Forscher auf dem Gebiete des seelischen Lebens der niederen Tiere, vertritt in einer Arbeit über die Psychologie der Tiere*) die gewiß einzig richtige Ansicht, daß es zwischen dem Seelenleben der niederen Tiere, Würmer, Insekten, und dem der höheren Tiere ebensowenig grundlegende Unterschiede gebe wie zwischen der Psyche der letzteren und des Menschen. Es gibt keine scharfen Grenzen, alle möglichen Übergangsformen verbinden die höchste Stufe des seelischen Lebens mit der niedrigsten. Aus dem Organ der primitiven Zellenpsychologie heraus bildete sich zunächst das Nervensystem als Organ der etwas höheren geistigen Fähigkeiten, und in einer noch höheren Stufe haben diese letzteren Fähigkeiten sich auf zwei Wegen weiterentwickelt:

1. Durch erbliche langsame Anhäufung komplizierter zweckmäßiger Anpassungen zwischen Empfinden und Bewegen, die als fertige, ganze Automatismen nach beendigter Entwicklung des Individuums dastehen und zu funktionieren bereit sind. Diese nennt man Instinkte. Am höchsten entwickelt sind sie im Seitenast der Gliedertiere (Insekten, Spinnen u. s. w.);

2. durch eine immer größere Anhäufung von Nervenelementen in einem allen übrigen übergeordneten Nervenzentrum, dem Gehirn, wodurch die Fähigkeit der einfachen individuellen plastischen Reaktion der Urzelle sich immer komplizierter gestaltet und das Individuum in stand setzt, sich den verschiedensten Umständen allmählich immer besser plastisch anzupassen. Dies wird dadurch erreicht, daß die Reizkomplexe der Außenwelt in allen ihren Details mittels der Sinnesorgane sich in diesem großen Gehirn aufspeichern und daselbst mittels der Ekphorie**) kombinieren; ferner daß jene Aufspeicherungen und Kombinationen dank der immer erneuten Sinnesreize und mittels der Bewegungen im Gehirn selbst immer komplizierter verarbeitet werden. Dadurch bildet sich der Geist immer höher aus, wie wir es beim Menschen sehen.

Aus der Säugetierwelt.

Afrika, zu allen Zeiten das Paradies der großen Nimrods, ist für den Zoologen auch heute noch ein gesegnetes Land. Brachte doch, um nur ein Beispiel anzuführen, Prof. Sjöstedt von der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Stockholm von seiner letzten Reise, die der zoologischen Erforschung des Kilimandscharo und des Meru galt,

*) Die Umschau, 1910, Nr. 1 und 2.

**) Unter Ekphorie versteht Prof. Forel nach Semon den Vorgang, daß die von den Reizen im Gehirn zurückgelassenen Erinnerungsbilder oder Engramme durch Wiederbelebung mittels neu eintretender Reize und durch Beleuchtung seitens der Aufmerksamkeit neu gekräftigt und zugleich bewußt werden.

nicht weniger als 55.000 Tiere in 37.000 Arten mit, größtenteils natürlich Wirbellose, besonders Insekten; aber er fand 1200 neue Arten auf. Und so bringt jeder Zoologe, der nach Afrika geht, noch Dutzende, Hunderte neuer Spezies oder Varietäten mit.

So ist jüngst in einem größeren, für Hagenbecks Tierpark in Stellingen bestimmten Transport eine neue Giraffenart aus dem südlichen Abessinien entdeckt worden, deren unterscheidende Merkmale von Dr. Knottnerus-Meyer*) beschrieben sind. Das anfänglich für die im Gallalande heimische Giraffa reticulata gehaltene, 3·80 Meter hohe Tier weicht aber von dieser Art in Färbung und Zeichnung sehr ab. Die Farbe der durchweg großen Flecken ist ein sattes und mattes Dunkelbraun. In diese großen dunklen Flecken sind aber kleine weiße Fleckchen, sozusagen Spritzer, eingesprengt. Nach der Bauchseite zu werden die Flecken matter und heller, mehr mit weiß durchsetzt, ebenso auf den Keulen; hier werden sie auch sehr klein und unregelmäßig, doch gehen sie an allen vier Läufen bis zu den Fesseln hinab. Besonders am Halse ist die Form der Flecken sehr regelmäßig, groß und meist sechseckig stehen sie zu beiden Seiten des Halses auf Lücke wie Drahtgeflecht. Der Kopf, besonders Stirn und Hinterhaupt, sind sehr kleingefleckt, die Stirn trägt ein drittes Horn. Mithin leben im Gallalande zwei Giraffenarten.

Zu den Giraffen hat man bisher meistens auch das Okapi, diese überraschendste Neuheit des großen afrikanischen Tierbestandes, gestellt. Diese Einordnung in das zoologische System erscheint jedoch nach den Untersuchungen der Skeletteile des Tieres seitens M. de Rothschilds und H. Neuvilles nicht ganz gerechtfertigt.**) Der Schädel weicht besonders durch die Ausbildung des das innere Ohr umschließenden Knochens, des Tympanikums, von dem der Giraffen ab. Dieser Teil ist bei alten Giraffen ganz abgeflacht, beim Okapi dagegen stark entwickelt; da er dies aber auch bei jugendlichen Giraffen ist, so spricht das nicht gegen engere Verwandtschaft der beiden Arten. Die gleiche Bildung des Tympanikums zeigt übrigens ein tertiärer Verwandter der Giraffen, Palaeotragus. Eine auffällige Eigentümlichkeit bei der Einlenkung des letzten Halswirbels in den ersten Rückenwirbel teilt das erwachsene Okapi mit der Spießbockantilope (Oryx).

Die Zehenglieder, bei den erwachsenen Giraffen sehr groß und kräftig, sind beim Okapi sehr dünn und denen der Hirsche ähnlicher als denen der Giraffen und Rinder. Auch sonst treten im Baue des Okapi mehr Ähnlichkeiten mit den Hirschen als mit den Rindern auf.

Sehr schöne Beobachtungen über ostafrikanische Säugetiere bringt ein Werk des Zoologen Dr. Drake-Brockman.***) Vom Erdwolf (Proteles) berichtet er z. B., daß er eine übelriechende Flüssigkeit in Drüsen nahe der Schwanzbasis absondert und diese herausspritzt, wenn er von Hunden angegriffen wird. Merk-

*) Zool. Anzeiger, Bd. 35 (1910), Nr. 24, 25.

**) Compt. rend, Bd. 149 (1909), S. 693.

***) The Mammals of Somaliland. London 1910.



würdig leicht zu zähmen ist der langohrige *Löffelhund* (Otocyon), der ein entzückendes Schoßhündchen abgibt; dieser Eozänhund scheint lieber in kleinen Rudeln als paarweise oder einzeln zu jagen, lebt aber wohl zum großen Teile von Insektennahrung. Der Somali-Wildhund (Lycaon) ist kleiner als die Lycaons von Zentral- und Südafrika und hat ein weit kürzeres Haarkleid, ja er neigt tatsächlich zur Haarlosigkeit, ein Zug, der angesichts einer ähnlichen Tendenz bei manchen Haushundvarietäten sehr interessant ist. Wegen der Ähnlichkeit seines Kopfes mit dem der Hyäne wird das Tier auch *Hyänenhund* genannt. Der bisher bekannte Lycaon pictus ist ein wegen seiner Wildheit gefürchtetes, von Südafrika bis zu den Steppen von Kordofan verbreitetes Raubtier, das in sich die Figur und den buschigen Schwanz des Wolfes, den Mut und die Aufgewecktheit des Hundes mit dem Kopfe und der Stimme der Hyäne vereinigt. Es bellt nicht, sondern stößt eine Reihe hell kläffender Töne aus, die noch gellender und unheimlicher erklingen, als das sog. Hyänengelächter. In Rudeln bis zu 60 Stück jagt der Hyänenhund mit einer Ausdauer, daß ihm die größten und stärksten Antilopen, deren Gehörn ihn keineswegs zurückschreckt, erliegen müssen. Merkwürdig ist neben dem auffallend buntscheckigen Fell des Tieres der Umstand, daß es nicht, wie alle Hunde sonst, an den Vorderfüßen fünf, sondern auch nur wie hinten vier Zehen hat, was indessen nicht eine nähere Verwandtschaft des Lycaon mit den Hyänen begründet.

Der Löffelhund gleicht äußerlich am meisten dem zierlichen Wüstenfuchs oder Fennek der Sahara, besonders durch seine riesigen Ohrmuscheln und den buschigen Schwanz, entfernt sich aber durch sein Gebiß weit von ihm sowohl wie von allen anderen Hochsäugern, mit Ausnahme des in Madagaskar heimischen Tanrek, eines Insektenfressers. Er besitzt nämlich auf jeder Seite des Unterkiefers vier Höckerzähne, also mehr als irgend ein anderer Hund, und in jeder oberen Kieferhälfte mindestens drei, oft vier (alle anderen Hunde nur zwei). Durch die Gesamtzahl seiner Zähne, 46 bis 48, nähert er sich etlichen Beuteltieren, also Mittelsäugern, denen er auch sonst näher verwandt sein mag als irgend ein anderer Hochsäuger, mit Ausnahme des Tanrek.

Eine Erklärung für diesen achten Backenzahn, der z. B. auch beim Menschen, beim Orangutan, beim Pferde gefunden wird und beim Löffelhund regelmäßig auftritt, glaubt Prof. F. *Ameghino**) auf Grund einiger neuer Beobachtungen geben zu können. *Ameghino* hat schon früher bei dem fossilen südamerikanischen Huftiere Nesodon eine dem Milchgebiß vorhergehende Bezahnung nachgewiesen, die er als primitives Stadium ansieht. Die gleiche Bezahnung zeigte sich auch bei einem nur acht Tage alten Tapir, und Reste dieses Gebisses wurden dann nachträglich auch an anderen Tapirschädeln gefunden.

Prof. *Ameghino* rechnet nun zur ersten Bezahnung nicht nur die Milchzähne, sondern auch die eigentlichen Backenzähne, denen im Milchgebiß nichts vorausgeht, zur zweiten dagegen nur die Zähne, die zum Ersatze anderer aus der ersten Bezahnung dienen. Er nimmt hienach für beide Zahnreihen als Normalzahl drei Schneidezähne und einen Eckzahn jederseits, für die erste Bezahnung dagegen sieben, für die zweite nur vier Backenzähne als Maximum an. Die Vormilchbezahnung steht nach der Zahl der Zähne der ersten Bezahnung gleich. In dem achten Backenzahn ist der über seine normale Lebensdauer hinaus erhaltene Vormilchmolar zu sehen. Die verhältnismäßig gute Erhaltung dieses Urgebisses beim Tapir spricht für ein geologisch hohes Alter dieser Tiergruppe; ihre Vorfahren müssen beträchtlich früher gelebt haben, als die viel zu hoch spezialisierten Lophiodontiden oder das Systemodon, von denen man sie herleiten möchte.

Von diesen Bewohnern der Tropengegenden wenden wir uns einer Tierart zu, die nur im hohen



Hyänenhund.

Norden gedeiht und neuerdings Gegenstand einiger interessanter Beobachtungen geworden ist, dem *Renntier*. Eine bisher anscheinend übersehene *biologische Eigentümlichkeit* des Rens entdeckte E. *Bergström**) während einer Reise im nördlichsten Schweden, als bei den männlichen Renntieren die neuen Geweihe in ihrer ersten Anlage zu sehen waren. Die Tiere hoben häufig, mit dem Weiden plötzlich aufhörend, einen Hinterfuß auf, bogen den Kopf nach derselben Seite, näherten den Fuß dem Kopfe und suchten mit großer Mühe ihn gegen die Geweihanlage der betreffenden Seite zu drücken. Eine genauere Untersuchung zeigte, daß die Tiere zielbewußt danach strebten, den Fuß so zu richten, daß die Spitze der zwischen den Klauen hervorspringenden Drüse (die Borste) den Gipfel der Geweihanlage berührte. Untersuchte man nach Beendigung der Prozedur die Spitze des Geweihes, so zeigte sie sich von einem klebrigen, offenbar von der Klauendrüse herstammenden Sekret überzogen, das von dem Tiere durch Reiben der Spitze gegen die Lende oft noch besser verteilt wurde.

Diese Beobachtung bietet erstens eine physiologische Erklärung für die vorher vollkommen rätselhafte Klauendrüse beim Ren, die nur an den Hinterfüßen sitzt und deren Sekret deshalb wohl kaum als eine Art Klauenschmiere anzusehen ist. Ferner

*) Naturw. Rundsch., 1910, Nr. 30, Ref. v. Dr. Th. *Arldt*.

*) Die Umschau (1910), Nr. 25.

kann diese Beobachtung beim Ren möglicherweise ein Licht werfen auf die Beziehungen, welche zwischen den Extremitäten und dem Geweihe bei gewissen Hirschtieren auftreten.

Die beobachtete Beeinflussung der Geweihbildung durch den Zustand, bezw. das Vorhandensein oder Fehlen der Geschlechtsdrüsen scheint nicht bei allen Zweihufern einzutreten. Prof. Jul. *Tandler* in Wien hat im Verfolge der Untersuchungen, die er gemeinsam mit Dr. *Groß* über die sekundären Geschlechtscharaktere bei Säugetieren unternimmt, auch die Frage nach dem *Einfluß der Geschlechtsdrüsen auf die Geweihbildung bei Renntieren* untersucht.*) Das Ergebnis seiner an etwa 2000 Bergrenntieren angestellten



Nordamerikanisch-arktisches Renntier (Rangifer Granti).

Beobachtungen und Untersuchungen ist kurz gesagt folgendes:

Beim Renntier ist die Geweihbildung von dem Besitze der Geschlechtsdrüsen unabhängig. Das dieser Drüsen beraubte Tier, gleichviel ob Männchen oder Weibchen, erneut sein Geweih alljährlich genau so wie das im Vollbesitz seiner Geschlechtsdrüsen befindliche Tier. Demnach ist das Geweih der Renntiere ein von den Geschlechtsdrüsen unabhängiger Artcharakter.

Aus dem Berichte Prof. *Tandlers* dürfte noch folgendes von Interesse sein. Das Verhältnis der Lappen zu ihren Renntieren ist ein eigentümliches. Das Bergrenntier, auf das sich seine Untersuchungen erstreckten und das sich von dem Waldrenntier nicht nur durch die Lebensweise, sondern auch durch einige körperliche Eigenheiten, z. B. durch die Form der Nasenbeine unterscheidet, wird fast niemals vollkommen zahm, wenigstens nicht in dem Grade wie die Haustiere, die wir z. B. des Fleisches halber halten oder züchten. Die Wartung, die der Lappe seinen Renntieren angedeihen läßt, besteht darin, daß er die Herden vor den Wölfen schützt und vielleicht noch darauf achtet, daß sich nicht einzelne Exemplare von der Herde vollkommen absondern. Hiezu ist ihm der gutmütige, aber äußerst scharfe Lapplandspitz behilflich. Die Renntiere suchen ihr Futter und unternehmen zu diesem Zwecke regelmäßige Wanderzüge, deren einzelne Etappen, von Wetter und Jahreszeit abhängig, den Lappen schon seit Jahrhunderten bekannt sind. Nichts ist im stande, sie in ihren Wanderzügen zu hindern, keinesfalls aber vermögen die Lappländer die Renntiere in der Richtung oder Zeit ihrer Züge zu beeinflussen. Sie müssen vielmehr den Herden folgen, so daß sie nicht die Führenden, sondern vielmehr die Geführten sind. Gerade diese Renntierzüge haben die Streitigkeiten und Grenzauseinandersetzungen zwischen Schweden und Norwegen veranlaßt.

Was das Geweih angeht, so werfen die Renkühe es im Mai, kurz nach der Geburt der Jungen, ab. Der zweijährige Renstier verliert sein Geweih im Februar bis März, der dreijährige vom Dezember bis Februar; vierjährige und noch ältere Stiere werfen ihr Geweih bald nach der Brunst, Ende September, ab. Die Zeit zwischen dem Abwerfen der einen und der anderen Stange währt etwa 14 Tage. Im Mai beginnt bei allen Stieren die Neubildung, Juli bis August ist das Geweih reingefegt. Der vollständig kastrierte Renochs hat durchschnittlich ein größeres und stärkeres Geweih als der gleich alte Renstier. Dieses Geweih wird niemals reingefegt, sondern behält den Bast (die Haut) mehr oder minder vollständig. Alle Renochsen werfen im April bis Mai ab und setzen kurze Zeit später das neue Geweih an, das im August vollständig ausgewachsen ist.

Das Ren benutzt sein Geweih niemals zum Aufschaufeln des Schnees bei der Nahrungssuche; im Gegenteil ist der unterste schaufelförmige Sproß hiebei sogar hinderlich. Wenigstens teilten die Lappen mit, daß sie diesen Sproß, falls er besonders stark entwickelt sei, abschlagen, damit das Tier leichter zur Nahrung gelange.

Die Gewohnheit des jahreszeitlichen Wanderns, die den Lappen in so vollständige Abhängigkeit von seinem Herdentier versetzt, besteht natürlich auch bei dem wilden *nordamerikanischen Renntier*, dem *Caribou*, das eine Unterart des arktischen bildet (Rangifer arcticus stonei). Wilfred H. *Osgood*,*) der es in Alaska beobachtete, hatte Gelegenheit, die große Neugierde dieser Tiere und ihre äußerst geringe Scheu vor der Nähe des Menschen zu beobachten. Obwohl das Caribou gegenwärtig noch in großen Herden vorkommt, können diese Eigenschaften in einer Gegend, die hinsichtlich ihres Fleischbedarfes vorwiegend auf Wild angewiesen ist, dem Tiere doch leicht zum Verderben ausschlagen und zu seiner allmählichen Ausrottung führen. Im Frühling zerstreuen die großen, bis 3000 Tiere umfassenden Herden sich völlig und sammeln sich erst im August wieder, um einem gemeinsamen Ziele zuzustreben.

Die Gefahr der Ausrottung besteht auch für den Elch in Alaska, das amerikanische *Moosetier*, von dem z. B. ein einziger Mann an der Mündung des Schafkreeks, innerhalb 15 Miles von seiner Behausung, in 18 Monaten etwa 80 Stück schoß; sie werden zumeist auf den Märkten der dortigen Ansiedlungen (Eagle, Circle) verkauft, viel

*) Anz. der K. Akad. d. Wiss. in Wien (1910), Nr. XVI.

*) North American Fauna, Nr. 30 (1909).



von dem Fleische aber verdirbt auch nutzlos. Hoffentlich läßt die amerikanische Regierung dieses mächtige Tier nicht schutzlos dem Schicksal des Bisons verfallen.

Zum Schlusse dieses Abschnitts sei auf ein früher sicherlich einmal bedeutungsvolles, jetzt nur noch einen unnützen Ballast darstellendes Gebilde an den Gliedmaßen der Einhufer, die sogenannten Kastanien, aufmerksam gemacht, deren Bedeutung Dr. R. Hintze*) untersucht hat. Allen aufmerksamen Beobachtern sind seit langem diese eigentümlichen Horngebilde an den Gliedmaßen der Einhufer aufgefallen, deren Natur bisher völlig rätselhaft erschien. Es war nicht möglich, ihnen irgend welche physiologische Bedeutung zuzusprechen; auch als rudimentäre Bildungen ließen sie sich nicht annehmbar deuten. Anatomisch sind sie ganz ähnlich gebaut wie der Huf, und einem dem Hufe ähnelnden anatomischen Aufbau wird wohl, so sollte man meinen, eine entsprechende physiologische Leistung obgelegen haben.

Eine vernünftige Deutung der „Kastanien“ scheint bisher immer der Umstand erschwert zu haben, daß die Horngebilde an Vorder- und Hintergliedmaßen merklich verschieden sitzen, und daß sie hinten den Zebras, den Eseln und den sogenannten Halbeseln fehlen. Beim Pferde, auch beim asiatischen Wildpferde (Equus Przewalskii) liegen die Kastanien vorn bekanntlich genau an der Schenkelinnenfläche oberhalb des Vorderfußwurzelgelenks, hinten dagegen gleich unterhalb des Fersengelenks und mehr plantarwärts. Es gibt außer den Kastanien an allen vier Gliedmaßen des Pferdes, und diesmal an genau sich entsprechenden Stellen, ein kleines Horngebilde, den sog. Sporn, der heutzutage dem Pferde ebenfalls gar nichts mehr nützt. Um ihn herum ist, besonders bei schweren Pferden, eine Art Zopf entwickelt, den man als Krötenzopf zu bezeichnen pflegt.

Ein drittes Horngebilde ist der an der Sohlenfläche der Hufe liegende, spitzkeilförmig gebaute Strahl, dessen Spitze nach vorn sieht. Er ist im Gegensatz zu den beiden erstgenannten physiologisch sehr wichtig, denn er berührt bei jedem Durchtreten den Boden, wirkt also als Körperstütze, und das um so mehr, je weicher der Boden ist.

Eine annehmbare Erklärung für die Bedeutung und die Lage dieser an sich so rätselhaften Horngebilde glaubte Dr. Hintze beim Anblick ähnlicher Hornleisten an den Hinterfüßen des großen Känguruhs gefunden zu haben. Die Einhufer haben sich aus fünfzehigen Wesen entwickelt, die eine Zeitlang Sohlengänger waren (wie jetzt noch die Bären). Man bringe nur einmal die hintere Gliedmaße eines Pferdes in die Lage, welche der Känguruhfuß in der Ruhe einnimmt, und man wird sich über die einfache Lösung des Rätsels wundern, wonach die hinteren Kastanien modifizierte Ballen darstellen. Bei ihrer Verlagerung von der Sohlenfläche weg nach der Kante hat wohl, ebenso wie bei dem Känguruh, die Reduktion der Mittelfußknochen eine große Rolle gespielt. Für die Frage, ob unter den Vorfahren der Pferde ein springender, etwa in der Art von baum- oder bodenbewohnenden Känguruhs war, liegt zur Zeit allerdings noch kein Beweismaterial vor.

*) Zool. Anzeiger. Bd. XXXV (1910). Nr. 12/13.

Vogelleben.

Weit mehr als die wildlebenden Säugetiere scheint die Vogelwelt unter den von der Kultur geschaffenen Abänderungen ihrer Lebensbedingungen zu leiden. Und wenn es das allein wäre: auch die Natur scheint sich gegen das frohe, lebenslustige Völkchen verschworen zu haben, indem die jetzt so häufig herrschenden nassen und kalten Frühlings- und Sommermonate, die das Insektenleben stocken lassen, sie gerade zur Brutzeit der notwendigen Existenzmittel berauben. In einem Aufsatz „Schwalbensterben 1909“ bringt Wilhelm Schuster*) mehrere Belege aus der Mannheimer und Wiesbadener Gegend und aus Niederösterreich für diese Tatsache. Es gehen nicht nur die Jungen zu Grunde, indem sie von den Alten verlassen werden, die ihrer eigenen Erhaltung wegen sich an insektenreichere Orte (Wassergegenden) begeben müssen, sondern auch die Alten vermögen manchmal, von Kälte und Regen erschöpft, für sich selbst nicht mehr die zum Leben ausreichende Anzahl Insekten zu erbeuten.

W. Schuster hat schon vor einer Reihe von Jahren als Hauptursache des Schwalbensterbens diesen „Grund meteorologischer Art“, nämlich Klimaverschiebung in Deutschland infolge Erdpendulation, rauhes, feuchtes, kaltes Wetter zur Schwalbenbrutzeit, hervorgehoben. Nun ist allerdings die Tatsache der Erdpendulation vorläufig (und für die Vogelwelt möchten wir sagen: zum Glück) noch nicht erwiesen, und die Geologen bestreiten sogar die Möglichkeit einer solchen Pendulation im Sinne der Hypothese von Reibisch-Simroth. Vielleicht ist es nur die merkwürdig lebhafte, in den zahlreichen Flecken zum Ausdruck kommende Tätigkeit der Sonne in den letzten Jahren, die das unnormale Sommerwetter hervorruft.

Zugleich führt W. Schuster eine Beobachtung an, die in Dissonanz zu derjenigen des Vogelsterbens steht. Es ist, so schreibt er, für den aufmerksamen Beobachter gar keine Frage, daß sich gleichzeitig mit der rapiden Abnahme der Vogelwelt in Deutschland die Insektenwelt außerordentlich vermehrt hat, insbesondere die Schnaken. Und doch Schwalbensterben infolge Insektenmangels! Diese Dissonanz weiß ich nicht zu lösen. Der erste warme Tag z. B. im Sommer 1909 im Rheingebiet, der 1. August, brachte durch ganz Baden im ausgedehnten Rheinsumpfgelände von Rastatt durch das Hardtland und die alte Kurpfalz und bis ins Mainzer Becken nach Bingen hin, ein so starkes, massenweises Auftreten der Mücken, wie nie zuvor. Die Schwalben freilich, Alte und Junge, waren da schon längst tot.

Und dabei scheinen die Vögel in der Wahl ihrer Nahrung durchaus nicht so beschränkt und einseitig zu sein, wie wohl vielfach angenommen wird. So ist z. B. die Angabe, daß Schmetterlinge

*) Zool. Anzeiger. Bd. XXXV. Nr. 5.



und erwachsene Libellen den Vögeln selten zur Beute fallen, durch neuere Beobachtungen mehrfach widerlegt worden.

Über **Libellenfeinde unter den Vögeln** teilt **Daehne***) folgendes mit: Der von manchen Ornithologen als reiner Fischfresser bezeichnete **Eisvogel** stößt nach seiner Beobachtung in der Umgegend von Halle gar nicht selten auf Libellen (Agrion, Libellula); eine im Mai 1904 aufgegrabene verlassene Nisthöhle enthielt u. a. einen großen Klumpen wohl vorjähriger Libellenreste, von denen einige noch als Äschnidenköpfe zu erkennen waren. Im Magen von erlegten **Fischreihern** sind von **Daehne** und **Eckstein** mehrfach Libellenreste gefunden worden (Libellula, Aeschna), den **Drosselrohrsänger** und den **Binsenrohrsänger** sah **Daehne** fliegende und sitzende Libellen fangen, ebenso den **Wiesenpieper** und das **grünfüßige Teichhuhn**. Der **Haubensteißfuß** jagte systematisch nach Agrioniden, und von 28 im Sommer geschossenen **Stockenten** enthielten 16 im Magen Libellenreste.

Auch Raubvögel verschmähen es nicht, auf die Libellenjagd zu gehen. Am Nordrand der Dölauer Heide, an einer Stelle, die für die prächtige Aeschna grandis eine besondere Anziehungskraft zu haben scheint, sah der Beobachter einen **Baumfalken** revieren, der fortgesetzt nach Libellen stieß. In elegantem Schwunge über die Kiefern kommend, stieß er nach einer Aeschna, die blitzartig nach oben und dann seitwärts prallte; ebenso schnell war der Falke über ihr und stieß zum zweitenmal, aber die Libelle wischte ihm dicht am Schnabel vorbei. Der Falke machte eine kleine Wendung und erhaschte eine aus entgegengesetzter Richtung kommende andere Aeschna, die ihm direkt in den Rachen flog. Das ganze spielte sich so schnell ab, daß das Auge kaum folgen konnte. Nach kurzer Zeit erschien der Vogel wieder, um neue Beute zu fangen, wurde aber leider von Sonntagsausflüglern verscheucht. Auch der schöne kleine **Abendfalk** (Cerchneis vespertinus) gehört zu den Libellenfängern.

Den genannten lassen sich nach Angabe der ornithologischen Literatur noch folgende Vögel anreihen: die **Wasserralle**, von **Friedrich** als spezieller Libellenfeind bezeichnet, die **große Rohrdommel**, die **Zwergrohrdommel**, der **Rotschenkel**, der **Rothalssteißfuß** und die **Rohrweihe**. Da nach **Daehnes** eigenen Beobachtungen Libellen vielfach ertrunken im Wasser treiben, so könnten sehr wohl auch solche entweder im Kampfe mit ihresgleichen oder aus Erschöpfung ins Wasser gelangte von den Wasservögeln gefressen werden.

Die Frage, wie sich die **Vögel den Schmetterlingen gegenüber** verhalten, erörtert Guy A. K. **Marshall** in einer Arbeit über die Rolle der Vögel als Faktor bei der Erzeugung von Mimikryerscheinungen in der Schmetterlingswelt.**) Wenn die Schmetterlinge nur wenig von Vögeln angegriffen würden, wie viele Entomologen dies annehmen, so wäre natürlich eine Entstehung schützender Ähnlichkeit durch natürliche Auslese kaum möglich. Aber die Spärlichkeit der Angaben über Angriffe von Vögeln auf Schmetterlinge scheint, wie bei den Angaben über Angriffe auf Libellen, auf unzureichender Beobachtung zu beruhen. Als Beispiel dafür, wie leicht solche Fälle übersehen werden, führt **Marshall** das Verhalten des **Turmfalken** in England an. Kein ornithologisches Werk berichtet, daß dieser Falke Schmetterlinge frißt, und doch sah Parkinson **Curtis** im Jahre 1903 einen Turmfalken, der innerhalb einer Stunde 39 Schmetterlinge fing und diese Tätigkeit fünf Stunden lang fortsetzte, und ähnliche Beobachtungen machte er in jedem folgenden Sommer. Ein anderer Beobachter sah diesen Raubvogel in zwei aufeinanderfolgenden Jahren Argusfalter erbeuten, so daß die Jagd auf Schmetterlinge als eine Gewohnheit des Turmfalken zu betrachten ist.

Natürlich wird man an solchen Orten, wo schützende Ähnlichkeit fehlt oder selten ist, keine häufigen Angriffe der Vögel auf Schmetterlinge vermuten dürfen. Für die Tropenwaldungen, wo die Mimikry bei Schmetterlingen am häufigsten und ausgeprägtesten ist, fehlt es leider noch an ausreichenden Beobachtungen. Jedoch hat kürzlich **Doflein** in seinem Werke „Ostasienfahrt" einige eigene Beobachtungen dafür angeführt und zugleich sein Erstaunen darüber ausgedrückt, daß Naturforscher, die jahrelang in den Tropen gelebt haben, die Tatsache in Abrede stellen, daß die dortigen Schmetterlinge häufig von Vögeln angegriffen werden.

Marshall hat alle erreichbaren Angaben über schmetterlingfressende Vögel gesammelt und nach tiergeographischen Regionen zusammengestellt. Aus dem paläarktischen Gebiete sind bisher 34 bestimmte und eine Anzahl nicht festgestellte Vogelarten als Schmetterlingsfänger bekannt, aus der äthiopischen und der indomalaiischen je 31, aus der nearktischen 46, aus der neotropischen acht und aus der australischen Region drei Arten.*) Unter den Opfern der Vögel sind am reichlichsten die Nymphalinae und Pierinae vertreten, wodurch die Annahme, daß die letzteren ungenießbar seien, widerlegt wird. Wirklich ungenießbare wie die Danainae oder Akraeinae, die sich durch auffällige Färbung hervortun und meistens in langsamem, mühevollem Fluge dahinstreichen, werden selten angegriffen. Rascher und gewundener Flug ist dagegen ein gutes Schutzmittel, denn viele Beobachter haben wahrgenommen, daß Schmetterlinge in vollem Fluge von den nachstellenden Vögeln nur schwer gefangen werden.

Da wir hier einmal bei der Ernährung der Vögel sind, so sei noch eines ganz merkwürdigen Falles von **veränderter Lebens- und Ernährungsweise** bei einem neuseeländischen Vogel, dem **Kea** (Nestor notabilis), gedacht. George W. **Marriner** hat diesem interessanten Papagei, dessen Gattung nur drei auf Neuseeland beschränkte Arten umfaßt, ein eigenes Werkchen ge-

*) Zeitschr. f. Naturwiss. (Halle), 81. Bd., Heft 5/6.
**) Transact. of the Entomol. Soc. of London 1909.

*) Die paläarktische Region umfaßt Europa und das außertropische Asien, die äthiopische Afrika, die nearktische Nordamerika, die neotropische Südamerika.

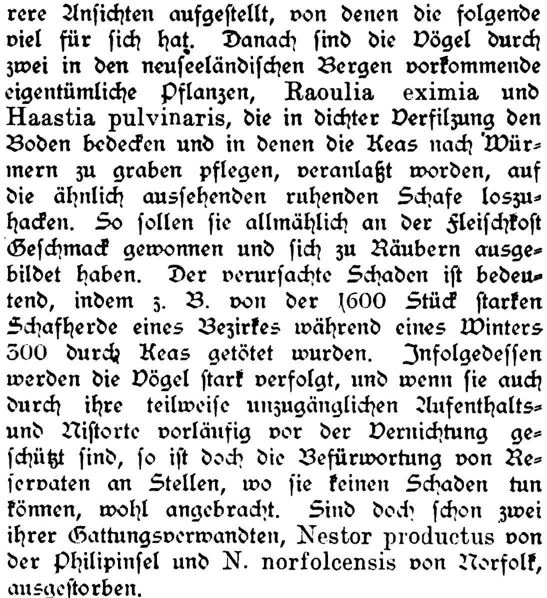


widmet, dessen Inhalt jeden Vogelfreund anziehen wird.*)

Die Keas bewohnen die höchsten Regionen der neuseeländischen Alpen, deren höchste, bis zu 4000 Meter emporstrebende Spitzen selbst im Sommer stellenweise mit Schnee bedeckt bleiben. Hier tummeln sie sich in kleinen Trupps auf dem Boden und den Klippen oberhalb der Baumgrenze und nähren sich von Pflanzenstoffen, Blättern und Knospen, auch von Blütennektar, zu dessen Hervorholen ihre an der Spitze bewimperte Zunge besonders geeignet ist, und ebenso von Würmern und Insekten.

Man hat sich gefragt, wo die Papageien Nahrung finden, wenn das Gelände mit Schnee bedeckt ist, da sie nur bei anhaltendem Schnee und strengem Frost in tiefere Regionen des Gebirges herabkommen. Ein Zufall hat Aufklärung darüber gegeben, indem ein Reisender, beim Überschreiten der gefrorenen Schneedecke durchbrechend, sich in einer Höhlung sah, die mit Gestrüpp ausgefüllt war. Hier hörte er Vogelstimmen und entdeckte Keas, die zwischen dem Gestrüpp auf dem Erdboden nach Beeren und Würmern suchten. Das dichte Gestrüpp läßt den Schnee nicht zu Boden fallen, und so bildet sich über dem Pflanzenwuchs eine Schneedecke, die durch abwechselndes Schmelzen und Wiedergefrieren zu einer festen Kruste wird. Durch diese bohren die Keas Löcher, um unbelästigt durch Kälte und Schneestürme in der Unterwelt ihrer Nahrung nachzugehen, die ziemlich reichlich sein muß, da sie den Tieren erlaubt, auffallenderweise mitten im Winter (Juli) zu brüten.

Die Intelligenz, Spielsucht und Neugier der Keas wird von M a r r i n e r in vielen hübschen Beispielen geschildert. Dem Menschen gegenüber zeigen sie sich auffallend dreist und setzen sich ihm auf Kopf und Schulter. Dennoch ist er ihr erbitterter Gegner geworden, und zwar seit der Einführung der Schafe auf den Alpen Neuseelands, denen gegenüber die K e a s z u R a u b t i e r e n geworden sind. Man fand bald getötete und mit schweren Wunden bedeckte Schafe, wußte sich zunächst die Feinde nicht zu deuten und hatte verwilderte Hunde, Raubtiere und Möwen im Verdacht, bis die Beobachtung die Räuberpapageien bei der Arbeit zeigte. Einzeln oder in Scharen überfallen sie ihre Opfer klammern sich auf dem hinteren Teile des Rückens in der Wolle fest und reißen den Schafen gewöhnlich in der Nierengegend mit wenigen Hieben ihres scharfen Schnabels große Löcher. Die gepeinigten Tiere stürmen blindlings davon, bis sie erschöpft zusammenbrechen oder abstürzend das Genick brechen, wenn es ihnen nicht gelingt, im Laufen den Räuber abzuschütteln, wobei sie aber auch selten mit dem Leben davonkommen. Besonders im Winter und Frühjahr sind die Schafe, da sie dann im tiefen Schnee stecken bleiben, ihren Verfolgern wehrlos preisgegeben, die vielfach aus bloßer Mordlust zu töten scheinen. Über die Entstehung dieser erst mit Einführung der Schafe entstandenen Raubgier der Keas sind mehrere Ansichten aufgestellt, von denen die folgende viel für sich hat. Danach sind die Vögel durch zwei in den neuseeländischen Bergen vorkommende eigentümliche Pflanzen, Raoulia eximia und Haastia pulvinaris, die in dichter Verfilzung den Boden bedecken und in denen die Keas nach Würmern zu graben pflegen, veranlaßt worden, auf die ähnlich aussehenden ruhenden Schafe loszuhacken. So sollen sie allmählich an der Fleischkost Geschmack gewonnen und sich zu Räubern ausgebildet haben. Der verursachte Schaden ist bedeutend, indem z. B. von der 1600 Stück starken Schafherde eines Bezirkes während eines Winters 300 durch Keas getötet wurden. Infolgedessen werden die Vögel stark verfolgt, und wenn sie auch durch ihre teilweise unzugänglichen Aufenthalts- und Nistorte vorläufig vor der Vernichtung geschützt sind, so ist doch die Befürwortung von Reservaten an Stellen, wo sie keinen Schaden tun können, wohl angebracht. Sind doch schon zwei ihrer Gattungsverwandten, Nestor productus von der Philipinsel und N. norfolcensis von Norfolk, ausgestorben.

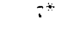


Gegen die Bezeichnung des Papageienfußes als eines K l e t t e r o r g a n s protestiert mit Recht Dr. R e h,*) indem er darauf hinweist, daß die Lehrbücher diese Bezeichnung immer noch weiterschleppen, obwohl die alte Ordnung der Klettervögel (zwei Zehen nach vorn, zwei nach hinten) längst in mindestens drei zerlegt worden ist. Die Papageien sind ausgesprochene Z w e i g v ö g e l, d. h. sie setzen und hängen sich an Zweige, klettern aber nicht an dickeren Stämmen, die sie nicht umfassen können; letzteres tun dagegen die Spechte, in der Mehrzahl ausgesprochene S t a m m v ö g e l, die sich nur selten und unbeholfen auf dünnere Zweige setzen, lieber noch auf den Erdboden, der ihnen wie die Stämme eine größere, ebene Oberfläche darbietet. Der Fuß wird hier ganz anders als bei den Papageien beansprucht, und doch soll beides der nämliche Kletterfuß sein? Tatsächlich scheint diese Bezeichnung bei den Spechten auch eher zu passen; aber auch das scheint nur so. Denn der Dreizehenspecht mit nur einer Zehe nach hinten, die Baumläufer und Meisen sowie der sogar stammabwärts laufende Kleiber klettern mit ihren normalen Vogelfüßen ebensogut am Stamme wie die Spechte.

Über die Fluggeschwindigkeit und die Wanderungen der Vögel liegen mehrere interessante Mitteilungen vor. A. V i e b i g betont in der „Deutschen Jäger-Zeitung", daß die bei B r i e f t a u b e n gemachten Erfahrungen sehr wohl als maßgebend und lehrreich in der Beurteilung der Schnelligkeit der Vögel angesehen werden können, und zwar deshalb, weil die kürzeren, sich in einer Tagesleistung abspielenden Brieftaubenflüge bisher die einzige genaue und meßbare Kontrolle für die S c h n e l l i g k e i t d e s V o g e l f l u g e s bieten. Die Anziehungskraft des heimatlichen Stalles und des Futternapfes auf Hausgeflügel und der gesteigerte Impuls des Zugvogels dürften nicht in ausschlaggebenden Gegensatz gebracht werden; denn

*) The Kea, a New Zealand problem. London 1909. Ref. darüber in Nat. Wochenschr. 1910, Nr. 12, v. Reichenow.

*) Nat. Wochenschr., Bd. IX (1910), Nr. 13.



zunächst dürfen wir nicht vergessen, daß unsere Haustaube von Zugvögeln — das heißt der *Felsentaube* — abstammt, und daß ferner nicht der geringste Grund vorliegt, den Impuls, welcher z. B. die bereits in der Brut befindliche Brieftaube nach ihrer Heimat treibt, geringwertiger einzusetzen als den Impuls des Zugvogels, welcher demnächst erst zur Paarung und zur Brut schreiten will! Welcher Vogel eilt denn schneller zu seinem Standorte zurück, derjenige, welcher vielleicht am Neste noch baut, oder derjenige, welcher schon brütet?! Gewiß ist zuzugeben, daß der Wandertrieb des Zugvogels eine gesteigerte Willensenergie und Kräfteentfaltung im Vogel zu entwickeln und zur Betätigung zu bringen im stande ist, aber selbstverständlich stets nur im Rahmen und im Umfang des Flugvermögens, welches ihm auch sonst eigen ist.

„Vor mehreren Jahren", erzählt *Viebig*, „fuhr ich gelegentlich mit einem Zuge auf der sogenannten Riedbahn von Mannheim nach Mainz direkt das Rheintal entlang von Süden nach Norden. Zufällig konnte ich ständig eine Schar *Kraniche* in ihrer bekannten Winkelform in vielleicht 300 Meter Höhe beobachten, da sie mit dem Zuge gleiche Geschwindigkeit und gleiche Richtung einhielten. Der Zug fuhr vielleicht mit 60 *Kilometer Geschwindigkeit*, die Kraniche strichen also auch nicht schneller; es fehlte bei diesen Kranichen die durch den gesteigerten Impuls angeblich herbeigeführte außerordentliche Geschwindigkeit." Mit *Viebig* nimmt man heute mit Recht die Geschwindigkeit der Brieftaube auf 60 *Kilometer in der Stunde* bei windstillem Wetter an. Diese Geschwindigkeit wird bei Gegenwind wesentlich herabgesetzt, während sie bei günstigem und günstigstem Winde bis zu 120 *Kilometer in der Stunde* sich steigern kann. Damit ist vermutlich die Leistungsfähigkeit der Brieftaube auch unter den günstigsten Umständen erreicht, da in Deutschland bei den unzähligen Wettflügen noch niemals eine größere Geschwindigkeit festgestellt worden ist.

Man hat behauptet, daß die *Krähen* eine Fluggeschwindigkeit von 200 *Kilometern in der Stunde* erreichen. Dazu bemerkt *Viebig*: „Es dürfte wohl keinem Menschen einfallen, zu behaupten, daß eine Krähe *besser* und *schneller* zu fliegen vermöchte, als eine *Brieftaube*. Denn die gelegentliche Beobachtung des Fluges dieser beiden Vögel dürfte die größere Geschwindigkeit unbedingt der Taube zumessen, aber für denjenigen, dem der Augenschein nicht genügt, gibt es noch einen anderen Beweis für die größere Fluggeschwindigkeit der Taube. Denn wäre dem so, daß die Krähen schneller fliegen könnten als die Tauben, dann gäbe es auf der Welt überhaupt keine Tauben mehr, weil die Krähen die Tauben schon alle samt und sonders gegriffen und gefressen hätten!"

Der beste und schnellste Flieger unter den Vögeln ist die Turmschwalbe oder der *Mauersegler*. Ein Brieftaubenbesitzer in *Antwerpen* fing eine Brutschwalbe dieser Gattung, und ließ sie mit seinen Brieftauben zusammen in *Compiegne* fliegen. Die Schwalbe kam mit einer Geschwindigkeit von 200 *Kilometern in der Stunde*, die Tauben nur mit einer solchen von 55 Kilometern in der Stunde zurück. „Wenn dieser hervorragende Flieger", erklärt *Viebig*, „gegen den der *Wanderfalk* in bezug auf Flugfähigkeit ein Stümper ist, unter dem Impuls der *Mutterliebe* (Brutschwalbe!) es auf 200 Kilometer in der Stunde bringt, dann werde ich mich niemals zu dem Glauben bekennen, daß *schwerfällig streichende Krähen* die Nordsee gleichfalls mit 200 Kilometern Geschwindigkeit überflogen haben, oder daß ein simples *Rotkehlchen* oder ein kleiner *Girlitz*, deren sonstiges sommerliches Leben man täglich im Umherhüpfen auf Baum und Strauch, nie aber in absonderlichen Flugleistungen zu beobachten Gelegenheit hat, es in einer Nacht auf Tausende von Kilometern bringen sollen! Das glaube, wer Lust hat, ich nicht! Alle diese *übertriebenen Schnelligkeitsannahmen* sind für die meisten Zugvögel als Phantasieprodukt zu bezeichnen, für deren Wahrscheinlichkeit zunächst und bis zur Stunde jegliche Berechtigung fehlt, und das plötzliche Erscheinen von Zugvögeln an irgend einem Orte darf einen nicht zu unhaltbaren Trugschlüssen verführen."

Gegen die übertriebenen Geschwindigkeitsschätzungen des Fluges der Wandervögel, nach einzelnen Autoren 300 Kilometer in der Stunde, tritt auch Prof. G. v. *Burg* in einer Arbeit über „*Wanderungen der Vögel in der Schweiz*" auf. Aber er hält es auch für gewiß, daß die Zugvögel über 60 Kilometer in der Stunde, ja zum Teil über 100 Kilometer, je nach der Art, dem Winde und den topographischen Verhältnissen zu durcheilen vermögen. Nach eigenen Beobachtungen hält Prof. v. *Burg* es für ziemlich sicher, daß die Wandervögel auf ihrem Zuge nach Süden und Südwesten von alten Vögeln, die den Wanderzug schon einmal mitgemacht haben, geleitet werden. Die Beobachtungen im Wauwiler Moos, einer sehr stark besuchten Raststation, zeigten, daß von hier aus die Vögel im Herbst nur zu einem geringen Teile nach Süden, zum größten Teile aber nach Westen und Südwesten weiterziehen, nachdem die Mehrzahl von Norden her, das Wiggertal hinauf, ins „Moos" gelangt ist. Würden die Vögel nur von einem inneren Drange, von einem Gefühle für Erdmagnetismus oder für eine südliche Richtung getrieben, so könnten sie diese zumeist im rechten Winkel von ihrer Flugbahn divergierende Station nicht finden. Nur eine bestimmte Lokalkenntnis kann ihnen den Weg dorthin weisen, es muß also ein Führer dabei sein.

Was die *Zugstraßen* der Wandervögel betrifft, so ist für die Schweiz zu konstatieren, daß die Vögel in breiter Phalanx den Jura überfliegen, oder daß sie, je nach der Art in ausgedehnter Front, die vom Fuße der Alpen bis nach Basel, Pruntrut, Schaffhausen reicht, der Genfer Pforte zustreben. Im Frühjahr die nämliche Reiseroute in umgekehrter Reihenfolge. Von eigentlichen Zugstraßen ist hier also keine Spur, die Vögel vermeiden einfach den Alpenwall und suchen, demselben entlang fliegend, einen Weg nach Süden oder Südwesten. Aber die direkt nach Süden strebenden Arten oder jene Flüge, die sich von der Hauptmasse trennen und in das



Gebiet der Hochalpen gelangen, sind gezwungen, in enger geschlossener Truppe die niedrigsten Stellen zu überfliegen, und diese finden sie in unseren Bergpässen. So weist der Gotthard ziemlichen Herbst- und auch etwas Frühlingszug auf, das gleiche ist der Fall bei den Pässen des Berner Oberlandes und bei Bündnerpässen, z. B. dem Lückmanier; ja selbst die höchsten Bergübergänge, z. B. der Theodul (3320 Meter ü. d. M.) und der große St. Bernhard (2500 Meter), werden von einzelnen Arten regelmäßig, von anderen hie und da in verirrten oder verspäteten Trüpplein überflogen. Wir können demnach behaupten, daß die große Mehrzahl der Vögel den bequemsten und gefahrlosesten Weg einschlägt und die Ebene als Flugstraße benützt. Immerhin scheuen die meisten Vögel Höhen von 1000 Metern nicht, doch trachten alle, in möglichster Nähe ihrer Nahrungsquellen zu bleiben. Sie erreichen damit noch lange nicht die Höhe, in der sich manche Vögel mehr oder weniger ständig aufhalten, wie Prof. G. v. Burg dies in einer Arbeit über „Die vertikale Verbreitung der Nistvögel im schweizerischen Jura" nachweist.*) Nach dieser anscheinend sehr lakonischen, im Grunde aber höchst interessanten und lehrreichen Arbeit schweifen viele Arten bis zu 1400 und 1500 Meter Höhe empor.

Das rätselhafte Orientierungsvermögen von Tieren auf unbekannten Wegen, das schon so viele Erklärungsversuche hervorgerufen hat und auch im Vogelzugsproblem eine wichtige Rolle spielt, hat Geh. Baurat H. Bens mittels einer Hypothese zu erklären versucht, die an eine ältere, schon oben erwähnte Annahme von Middendorf anklingt, daß nämlich der Vogel ein Gefühl für Erdmagnetismus besitze. Bens**) nimmt ein Sondervermögen für die mit Richtungssinn begabten Tiere an und erklärt dieses folgendermaßen: Unser Erdball ist umströmt von fortwährend sich neu erzeugenden elektrischen Wellen, fließend im allgemeinen parallel den Breitegraden und von ausgeglichener Spannung bei normalem, klarem Wetter. Die Mittelachse des zugehörigen magnetischen Feldes, des Erdmagnetismus, fällt annähernd mit der Erdpolachse zusammen. Nun sind alle hygroskopischen Substanzen, wie Federn, Haare, Därme u. s. w., höchst empfindliche Empfänger für elektrische Wellen, und Baurat Bens ist der Überzeugung, daß die mit diesen Empfangsapparaten ja reichlich ausgestatteten Tiere elektrische Wellen aus dem Vorrat der Natur aufnehmen und durch sie körperlich beeinflußt werden können. Mit der wellenelektrischen Beeinflussung der in Rede stehenden Tiere ist nun ohne Zweifel eine magnetische verknüpft. Das Tier selbst kann natürlich nie magnetisch werden; aber man darf wohl an magnetische Einflüsse in ihm denken, die sich in der Instinktsbetätigung unter Bildung von Reizzuständen in einzelnen, sensiblen Organen des Tieres als eine Art Fühlungsvermögen für die Magnetnadelrichtung, also annähernd für die geographische Nordrichtung geltend machen. Diese dem Tiere selbst nicht zum Bewußtsein kommende, aber sicherlich in ihm wirkende Instinktsbeeinflussung kann man seinen „magnetischen Sinn" nennen; er bildet offenbar einen sonst latenten Funktionsteil im Arbeitsgebiete des gesamten Instinkts, unter dessen Druck die Tiere bekanntlich zweckentsprechende Handlungen begehen müssen.

Wie eine Bestätigung dieser Hypothese klingt eine augenblicklich durch die Zeitungen gehende Erörterung über die Frage, ob drahtlose Telegraphie ungünstigen Einfluß auf den Orientierungssinn der Brieftauben ausübt. Kapitän Fraser, der Bürgermeister der in der englischen Grafschaft Sussex gelegenen Stadt Hove und ein wohlbekannter Brieftaubenzüchter, hat die Frage ohne weiteres bejaht und motivierte sein Urteil mit folgender Erklärung: „Ich bin der festen Überzeugung, daß die durch die drahtlose Telegraphie erzeugten elektrischen Luftwellen den Tauben die Auffindung und Verfolgung ihres Weges erschweren oder ganz unmöglich machen. Während ich in früheren Jahren in der Saison nur wenige Tiere vermißte, hatte ich im letzten Jahre den Verlust von 64 Tauben zu beklagen und in diesem Jahre haben bereits über 50 den Heimweg verfehlt. Ich setze den Verlust in der Hauptsache auf Rechnung der drahtlosen Telegraphie. Sie lähmt meiner Meinung nach den Orientierungssinn der Tauben, wenn die Luftwellen nicht überhaupt tödlich auf die Tiere wirken."

Wanderungen im Fischreiche.

Über die Scholle, diesen wichtigen Nutzfisch der deutschen Meere, hat kürzlich Dr. V. Franz eine höchst anziehende Arbeit*) veröffentlicht, in der er Entwicklung, Lebensweise und Wanderungen dieses Tieres ausführlich schildert. Im Anschluß an diese Arbeit und an seine Untersuchungen über die Eiproduktion und das Geschlechtsverhältnis bei der Scholle hat V. Franz unter dem Titel „Die Laichwanderungen der Fische" einen interessanten Beitrag zur Gesellschaftsbiologie der Tiere gegeben.**) Es zeigt sich, daß ein großer Teil der Wanderungen der Fische nichts anderes ist als eine eigenartige Modifikation des Geschlechtslebens, aber eine so eigenartige, daß sie eben jenen Namen kaum noch verdient.

Die Formen des Geschlechtslebens sind in der Klasse der Fische außerordentlich mannigfaltig. Weit verbreitet ist das Fehlen aller sexuellen Instinkte; die Eier (der Rogen) wie das Sperma (die Milch) werden dem Wasser übergeben, und es bleibt dem fast nie versagenden Zufall überlassen, die Vereinigung der männlichen mit der weiblichen Zelle herbeizuführen. Bei einigen Fischen, z. B. manchen Lippfischen (Labriden), ist das Männchen vor dem Weibchen durch eine ungleich prächtigere Färbung ausgezeichnet, die auf das Vorhandensein erotischer Instinkte schließen läßt: es muß hier also wohl ein gewisses Zusammenhalten der Geschlechter stattfinden, wenn auch kaum eine wirkliche Paarung.

*) Ornith. Monatsschr., Bd. XXXIV, Nr. 12.

**) Die Umschau 1910, Nr. 31.

*) Meereskunde, 3. Jahrg., Heft 12 (Berlin 1909).

**) Archiv. f. Rassen- und Gesellsch.-Biologie, VII. Jahrg. (1910), Heft 2.

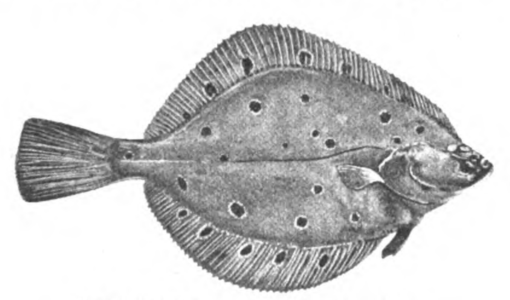
Zur Paarung schreiten dagegen alle Knorpelfische und einige Knochenfische. Bei nicht wenigen Formen gibt es eine eigenartige Brutpflege; so trägt bei der Meernadel und beim Seepferdchen das Männchen die Eier und die soeben ausgeschlüpften Jungen mit sich herum, bei den Kottiden (Kaulkopfarten) und beim Lump (Cyclopterus lumpus) bewacht das Männchen das Eigelege, und die Stichlinge bauen sogar Nester.

Was die Wanderungen der Fische angeht, so unterscheidet V. Franz drei Formen derselben:

1. Larvenwanderungen, die in ihren Ursachen noch wenig verständlichen, wegen ihrer Größe erstaunlichen Wanderungen der kleinen zarten Fischlarven;

2. Wanderungen der jüngeren, geschlechtlich noch unreifen Fische; sie werden wohl hauptsächlich durch hydrographische Verhältnisse bedingt;

3. Wanderungen der geschlechtsreifen Fische, die eigentlichen Laichwanderungen, ein-



Die Scholle (Pleuronectes platessa), verklein.

schließlich der auf das Laichen folgenden Rückwanderungen.

Das berühmteste Beispiel einer Laichwandederung ist das des Lachses. Namentlich in den Monaten März bis Mai verlassen bekanntlich die geschlechtsreif gewordenen Lachse ihr Wohngebiet, das Meer, und steigen in die Flüsse auf. Die Weibchen treten den Aufstieg im allgemeinen etwas früher an als die Männchen. Beide nehmen während der ganzen Laichwanderung keine Nahrung zu sich und überwinden Stromschnellen und Wehre mit großer Geschicklichkeit. Im Oberlauf der Flüsse, in den Gebirgsbächen, schreiten sie zur Ablage der Eier und des Spermas. Auch die Störe steigen zum Laichen in die Flüsse auf.

In gewissem Sinne ähnlich verhält sich der Hering. Einige Arten, z. B. der Maifisch (Clupea alosa), suchen sogar regelmäßig die Flußmündungen zur Fortpflanzung auf. Der gewöhnliche Hering (Cl. harengus) befolgt in seinen verschiedenen Rassen kein einheitliches Verhalten. Die einen sind Frühlings-, die anderen Herbstlaicher. Erstere, die Küstenheringe, bewohnen die Küstengewässer der ganzen Nordsee und Ostsee. Sie laichen alle im Winter oder Frühjahr in unmittelbarer Nähe der Küste und dringen dabei noch häufig in enge und brakige Buchten oder Flußmündungen ein. Mehr Hochseefische sind die Herbstlaicher oder Seeheringe. Sie bewohnen die offene Nordsee, das Skagerrack, Kattegat, die westliche Ostsee und einen Teil der Mitte der östlichen Ostsee. Im Sommer oder Herbst ziehen sie von der offenen See her an die sandigen oder steinigen Bänke, die in einiger Entfernung von der Küste aus der tieferen See aufsteigen. Sie dringen also nicht mehr in das Brackwasser vor, verraten aber zur Laichzeit noch einen Trieb zum Aufsuchen der Küstennähe und lassen sich hiebei sehr wahrscheinlich durch die größere Wärme und den geringeren Salzgehalt der küstennahen Gewässer leiten. Auch beim Hering erlischt zur Laichzeit der Nahrungstrieb völlig.

Durchaus entgegengesetzt ist die Lebensweise des Aales. Er führt eine Laichwanderung von den Binnengewässern ins Meer aus und begibt sich hiebei ebenfalls der Nahrungsaufnahme. Seine Laichgebiete liegen erst im Atlantischen Ozean, westlich von Großbritannien und dem europäischen Festlande (siehe Jahrb. VII, S. 198). Der Aal vollführt die größte bisher von einem Fische bekannt gewordene Laichwanderung.

Was nun der Aal mit extremer Deutlichkeit ausführt, eine Laichwanderung aus dem süßeren ins salzigere Wasser, kehrt in abgeschwächtem Maße bei einer nicht geringen Anzahl von Meeresfischen wieder. Auch die Flunder (Pleuronectes flesus), die ihre Jugend vielfach im Unterlauf der Flüsse verbringt, zieht zum Laichgeschäft ins Meer, dem stärkeren Salzgehalt nachgehend. Etwas weiter ins hohe Meer und ins salzreichere Wasser verschoben sind die Verhältnisse bei der Scholle.

Auch bei den Dorscharten sind die Laichwanderungen festgestellt. Während der Dorsch oder Kabeljau (Gadus morrhua) im Frühling aus den tieferen Meeresgebieten nach den flacher gelegenen Laichplätzen wandert, vollführt der Schellfisch im Winter und Frühjahr eine Laichwanderung mit entgegengesetzter Tendenz, nämlich nach der Tiefe hin. Die internationalen Meeresuntersuchungen haben hinsichtlich der 17 Arten der Dorschfamilie (Gadiden) ergeben, daß die Lage der Laichgebiete fast überall durch die Tiefe sowie durch die hydrographischen Bedingungen (Salzgehalt, Temperatur) gegeben ist und offenbar von diesen Faktoren bei jeder Dorschart abhängt. So liegt z. B. bei Brosmius brosme das Maximum der für das Laichen geeigneten Temperaturen und Salzgehalte bei 9° C und 35·3 ‰, das Minimum bei 6° C und 35‰. Die optimalen (am besten geeigneten) Laichbedingungen sind also im allgemeinen hydrographisch sehr eng begrenzt.

Die meisten Fische scheinen nach dem Laichen zurückzuwandern; z. B. Lachs, Hering, Flunder gewiß, Scholle und Dorsche wahrscheinlich. Nur der Aal kehrt nach einmaliger Abwanderung niemals wieder aus dem Meere zurück.

Die Frage, was nun die Laichwanderungen der Fische veranlaßt, ist im vorstehenden schon großenteils beantwortet. Die Fische haben offenbar für gewisse hydrographische Faktoren ein außerordentlich feines Empfindungsvermögen. Solche Faktoren sind Strömung (der Flüsse), Temperatur, Salzgehalt, wohl auch Wassertiefe als räumlicher Faktor. Die Empfindung der Strömung wird durch die wohlbekannten Sinnesorgane der Seitenlinie vermittelt; trifft z. B. ein Lokalstrom, der so schwach

ist, daß er den ganzen Fisch nicht aus seiner Lage bringt, auf die Sinnesorgane der Seitenlinie, so reagiert der Fisch durch Sichhinwenden nach der Richtung des Stromes. Die Temperatur mag mittels der Wärme- und Kältekörperchen der ganzen Haut, der Salzgehalt vielleicht mit den Geschmacksorganen empfunden werden; in beiden Fällen muß aber der Fisch wohl immer erst eine erhebliche Strecke Wassers durchschwimmen, bevor er von der Änderung der Temperatur oder des Salzgehaltes Kenntnis erhält. Auch die räumlichen Verhältnisse, die Tiefen, werden wohl zum Teile durch das Durchschwimmen des Wassers wahrgenommen werden, wozu freilich Licht- und hydrostatische Druckwirkungen treten können. Das Merkwürdige ist, daß diese Empfindungen kurz vor dem Ausreifen der Geschlechtsprodukte sehr viel feiner werden und der Fisch sich dann nur in viel engeren optimalen Grenzen wohl fühlt, und daß dieses Verlangen so gebieterisch ist, daß er um seinetwillen auch der Nahrungsaufnahme entsagt.

Insgesamt kann man das Verhalten der Fische als Äußerung ihres Laichtriebes bezeichnen. Damit ist etwas mehr gesagt als es zunächst scheint; denn das Wort Laichtrieb hat eine wichtige Kehrseite, nämlich die, daß wir nicht von einem Geschlechtstriebe sprechen können. Diese Fische kennen keinen Trieb zur Vereinigung. Sie handeln — reagieren —, als wären sie alle einerlei Geschlechtes, die Männchen wissen nichts von den Weibchen, die Weibchen nichts von den Männchen. Es gibt für sie nur ein Drittes, das beide in gleicher Weise anzieht: die physikalischen Bedingungen des Laichgebietes. Dort werden die Eier und der befruchtende Same dem Wasser übergeben. Selbstverständlich wohnt der Ei- und Samenzelle die Tendenz zur Vereinigung inne, wie im ganzen Tier- und Pflanzenreiche; aber sie ist nicht auf ein psychisches Zentrum ausgestrahlt, d. h. sie ruft in den Trägern dieser Zellen keine seelischen Erregungen wie beim Liebeswerben höherstehender Tiere hervor. Die eine Zeitlang gehegte Annahme, daß bei der Scholle nicht nur Liebeserregungen auftreten, sondern auch eine Art Begattung stattfinde, wird von Prof. Franz in längerer Ausführung widerlegt. Es findet nicht nur keine Begattung statt, sondern die Männchen kümmern sich um die Weibchen bei der Fortpflanzung offenbar gar nicht, es genügt, daß Same und Ei sich im Meere finden.

Dasselbe ist sicherlich auch für die anderen Arten, die Laichwanderungen ausführen, anzunehmen, mit Ausnahme vielleicht des Lachses. Der männliche Lachs bekommt zur Zeit der Laichablage eine kräftige Wehr in Form eines hakenförmigen, verstärkten Unterkiefers, und es ist nicht zu bezweifeln, daß er diese Waffe im Kampfe um das Weibchen gebraucht. Dieser sexuelle Instinkt tritt aber erst verhältnismäßig spät auf, wenn man bedenkt, daß die Wanderung viel früher beginnt. Die Tatsache, daß beim Lachs die Weibchen den Aufstieg in die Flüsse früher antreten als die Männchen, spricht sogar direkt gegen die Annahme, daß die Wanderung von Sexualinstinkten begleitet sei.

Aus allem Angeführten ergibt sich also diese Schlußfolgerung: Die Laichwanderungen der Fische, die größten aller durch die Fortpflanzung bedingten Phänomene im Tierreich, kommen ohne Spur sexueller oder erotischer Instinkte zu stande. Männchen und Weibchen reagieren nicht aufeinander, sondern reagieren gemeinsam auf ein drittes, das sind die optimalen Entwicklungs- und Lebensbedingungen für die junge Brut, die in den hydrographischen Bedingungen der Laichgebiete gegeben sind.

Diesmal — so schließt V. Franz — behält also nicht der Dichter recht, sondern der nüchterne Naturforscher. Nicht Hunger und Liebe, wohl aber das Prinzip der Erhaltung der Art regiert hier das Getriebe.

Der Mensch.

(Physiologie, Ethnologie, Urgeschichte.)

Aus der Werkstatt des Geistes * Auf dem Aussterbeetat * Die Ausgrabung bei Combe Capelle * Die europäischen Urrassen * Die ältesten Menschenreste.

Aus der Werkstatt des Geistes.

Zu den Gebilden des menschlichen Körpers, die wegen ihrer unergründeten Bestimmung für die Denker und Dichter vergangener Epochen mit allem Reiz des Geheimnisvollen umgeben waren, gehört u. a. die Zirbeldrüse (Epiphysis cerebri). Wer Jean Pauls Schriften gelesen hat, ist ihr öfter begegnet; galt sie doch zu seiner Zeit für den Sitz der Seele. Heute ist man weniger genau über ihre Bestimmung unterrichtet. Sie gehört zu den Organen von drüsigem Bau, aber ohne Ausführungsgang, deren Funktion noch nicht sicher erforscht war, wie die Nebennieren, die Schilddrüse, die Thymusdrüse und der Hirnanhang. Daß diese Organe eine wichtige Rolle im Organismus spielen, ergibt sich daraus, daß ihre Erkrankungen und ihre durch äußere Eingriffe erfolgte Zerstörung von sehr verderblichen Folgen für den Organismus begleitet sind. Erst neuerdings hat man diese Organe als innere Drüsen erkannt, deren Absonderungen nicht nach außen gelangen, sondern direkt in das Blut übergeben. Die Physiologen sind eifrig mit ihrem Studium beschäftigt



Der „Gehirnanhang“ (Hypophysis cerebri), eines der winzigsten dieser Organe, ist Gegenstand besonderer Aufmerksamkeit seitens einiger Physiologen gewesen, über deren Arbeiten E. A. Schäfer*) in einer Vorlesung berichtet hat. Die schwer zugängliche Lage des Organs am Boden der Schädelhöhle in einer eigenen Ausbuchtung der Schädelbasis, dem sog. „Türkensattel“, sowie die Kleinheit der Drüse, die beim Menschen durchschnittlich 0·5 Gramm schwer ist, beeinträchtigten die Untersuchungen, während das Auftreten von Akromegalie, d. h. gesteigertem Wachstum gewisser Skeletteile, besonders des Unterkiefers und der Extremitäten, das stets mit Geschwülsten des Hirnanhanges verknüpft erscheint, dieses Organ der größten Aufmerksamkeit wert erscheinen läßt.

Drei in ihrer Funktion wesentlich verschiedene Teile lassen sich bei der Hypophyse unterscheiden: der vordere, aus einem gefäßreichen Drüsenepithel bestehende; der aus einem weniger blutgefäßreichen Epithel bestehende Zwischenteil, der ein „Kolloid“ absondert, und der vorzugsweise aus Neuroglia, der Kittsubstanz des Nervensystems, bestehende nervöse Teil, den jedoch das Kolloid des Zwischenteiles durchdringt, indem es durch ihn in den Trichter des Hirnventrikels wandert.

In ihrer Funktion sind diese drei Teile wesentlich verschieden. Der vordere Teil des Organs steht wahrscheinlich in Beziehung zum Wachstum des Skelettgewebes, der Knorpel, der Knochen und auch des allgemeinen Bindegewebes. Dafür spricht vor allem die Tatsache, daß Hypertrophie (übermäßige Zunahme) des vorderen Teiles bei noch im Wachstum begriffenen Individuen mit einem übermäßigen Wachstum des Skeletts und des Bindegewebes verbunden ist, während bei ausgewachsenen in solchem Falle ein Überwuchern des Bindegewebes eintritt. Man bezeichnet die diesen Vorgang hervorrufenden spezifischen Stoffe der inneren Sekretion als Hormone, „Reizstoffe“.

Die Funktion des Zwischenteiles besteht darin, eine Kolloidsubstanz zu bilden, die auf das Herz, die Blutgefäße und die Nieren wirkende aktive Reizstoffe (Hormone) enthält. Wahrscheinlich sind es verschiedene Hormone, die unabhängig auf Blutgefäße und Nieren wirken und einander auch entgegenarbeiten können. Am wirksamsten scheinen die Reizstoffe zu sein, welche Zusammenziehung der Blutgefäße im allgemeinen, verbunden mit Erweiterung der Nierengefäße und gesteigerter Nierentätigkeit, hervorrufen.

Tiere, die künstlich des Hirnanhanges beraubt sind, leben nur noch zwei oder drei Tage. Auch beim Menschen würde ein vollständiges Entfernen der Drüse wahrscheinlich den Tod zur Folge haben, weshalb eine radikale Exstirpation einer Hypophysengeschwulst nicht gewagt werden dürfte. Nicht sehr ausgedehnte Verletzung des Organs veranlaßt nur vermehrte Harnabsonderung. Akromegalie und Riesenwuchs scheinen von einer Steigerung der Funktion des vorderen Lappens allein herzurühren; denn dieser ist bei derartigen Erkrankungen immer zuerst hypertrophiert. Wenn der hintere Abschnitt befallen ist, folgt wahrscheinlich abnorme Vermehrung der Harnsekretion (Polyurie). Das bei Akromegalie schließlich eintretende tödliche Ende ist wahrscheinlich mit einer Änderung der Natur der Geschwulst verknüpft, die sich aus einer bloß drüsigen in eine sarkomatöse Wucherung (bösartiges Fleischgewächs) verwandelt, wobei das normale Gewebe der Zerstörung anheimfällt.

Versuche mit Hypophysensubstanz haben ergeben, daß Zusatz einer geringen Menge davon zur Nahrung, regelmäßig gegeben, eine Steigerung der Harnsekretion hervorruft. Diese Wirkung geht jedoch nur von dem Zwischenteil und dem hinteren Lappen aus. Einpflanzung der Hypophyse eines Individuums auf ein anderes derselben Art kann eine ähnliche Wirkung auf den Urin hervorbringen, und der Zusatz einer geringen Menge Hypophysensubstanz zur Nahrung scheint das Wachstum junger Tiere zu beeinflussen. Was mag aber dieses rätselvolle Gehirnorgan mit den geistigen Vorgängen zu schaffen haben?

Das Geheimnis, weshalb wir zwei anscheinend ziemlich gleich gebaute Gehirnhälften haben, wird durch eine Arbeit von Prof. Dr. H. Griesbach über „Hirnlokalisation und Ermüdung“ der Lösung um ein Beträchtliches nähergeführt*). Die Hirnforschung hat gezeigt, daß sich die Rinde der beiden Hirnhalbkugeln sowohl in anatomischer Hinsicht, im feineren Bau, als auch in funktioneller Hinsicht verschieden verhält. Wir wissen, daß die einzelnen Gebiete der perzeptiven und motorischen Zentren, der Wahrnehmungs- und Bewegungszentren, beiderseits und symmetrisch vorhanden sind. Wir wissen auch, daß dasjenige Zentrum, welches der Erinnerung und Wiedererkennung sprachlicher Vorgänge dient, mit seinen Teilgebieten nur einseitig, und zwar in 97 bis 99 Prozent aller Fälle links funktionell ausgebildet ist, und daß Störungen in diesen Gebieten durch Einübung der rechtseitigen Homologen zwar in der Jugend ausgeglichen werden können, nicht aber oder doch nur höchst unvollkommen beim Erwachsenen. Es läßt sich die Vermutung nicht unterdrücken, daß das, was für die Sprachzentren gilt, nämlich einseitiger Sitz im Gehirn, noch für andere kommemorative Zentren zutrifft, daß also die beiden Hirnhälften, wenn sie sich auch in bezug auf allgemeine Eigenschaften gleichartig verhalten, verschiedene Vorstellungen beherbergen.

Um diese Vermutung für ein gewisses Gebiet zu bestätigen, studierte Prof. Griesbach die Abhängigkeit des funktionellen Verhaltens gewisser Hirnbezirke von ermüdenden äußeren Einflüssen. Die Ermüdung der Hirnzentren offenbart sich unter anderen besonders auffällig darin, daß beim Ermüdeten die zwei Spitzen eines auf die Haut gesetzten Zirkels, um als zwei Punkte gefühlt zu werden, einen größeren Abstand erhalten müssen als beim ausgeruhten Menschen. Auf die Methode dieser Messungen, die mittels des sog. Ästhesiometers vorgenommen werden und die „Raumschwelle“ feststellen sollen, kann hier nicht eingegangen werden.

*) Proceed. of the R. Soc. ser. B. vol. 81 (1909), p. 442.

*) Pflügers Archiv f. Physiol., Bd. 131 (1910), S. 119.

Während die Größe dieser Raumschwelle im Zustande der Erholung für beide Körperseiten gleich oder annähernd gleich ist, d. h. die Zirkelspitzen beiderseits gleichen Abstand haben müssen, um doppelt gefühlt zu werden, hat sich herausgestellt, daß unter dem Einflusse der Ermüdung diese Größe auf beiden Körperhälften verschieden ausfallen kann. Das ist für die Lehre von der Hirnlokalisation von größter Tragweite, weil sich dadurch Aufschluß über die ungleiche Beteiligung beider Hirnhälften beim Arbeiten und über die Verteilung gewisser Zentren auf die Hemisphären erhalten läßt. Von den zahlreichen, außerordentlich interessanten Tabellen, die Prof. Griesbach über seine Versuche gibt, sei hier wenigstens eine, nach Versuchen an vier Reichsbankbeamten aufgestellte, angeführt. Sie bestätigt die Annahme, daß zu den Geistesarbeiten, die hauptsächlich die linke Hirnhälfte beanspruchen, höchstwahrscheinlich auch das Rechnen gehört. Die Messungen wurden morgens vor Beginn der Bureaustunden, mittags 12 Uhr, nachmittags vor Wiederbeginn der Arbeit und abends kurz vor Schluß derselben ausgeführt. Die Schwellen sind in Millimetern angegeben.

Kommissurenfasern vermitteln eine dauernde wechselseitige Abhängigkeit der beiden Hemisphären. Diese Abhängigkeit läßt sich daran erkennen, daß erstens beim Fehlen geistiger und körperlicher Betätigung und unter normalen körperlichen und seelischen Bedingungen die Schwellen auf beiden Seiten sowohl bei Rechts- wie auch bei Linkshändern gleiche oder nahezu gleiche Werte haben, und daß zweitens beim Eintritt von Ermüdung die beiderseitigen Schwellen an Größe zunehmen, wenn auch in sehr verschiedener Weise.

Einen das obige Thema streifenden Gegenstand, nämlich die normalen Asymmetrien des menschlichen Körpers, behandelt Prof. Dr. E. Gaupp*), indem er zunächst die Tatsache feststellt, daß diese Asymmetrie eine durchgehends vorhandene ist, also offenbar etwas Normales darstellt. Kein größerer Abschnitt des menschlichen Körpers ist demnach streng symmetrisch gebaut. Unsymmetrisch ist z. B. die Kurve des Schädelumfanges, weshalb auch ein verkehrt umgesetzter Hut nicht paßt und ein neuer zunächst locker sitzt, bis er sich den Unregelmäßigkeiten angepaßt hat; unsymmetrisch ist ferner bei allen Völkern die Form der Gesichts-

	m. $8^1/_4$ Uhr.		mitt. 12 Uhr.		nachm. $2^1/_4$ Uh.		ab. $7^1/_2$ Uhr.	
	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
Herr S. (Giro und Scheckverkehr)	5·5	5·5	6·8	10	6·5	7·5	9	11·5
Herr R. (ebenso)	5	5	5·5	8·5	5·5	5·5	6·5	12
Herr D. (Kassierer)	6	6·5	7	12	7	7·5	7	13·5
Herr Sch. (sein Helfer)	7	6·5	7	8·5	6·5	6·2	7·5	9

Die Größe der rechtseitigen Schwelle um 12 oder $7^1/_2$ Uhr deutet auf die überwiegende Beanspruchung der linken Hemisphäre.

Die Ergebnisse der in großer Zahl namentlich an Soldaten vorgenommenen Versuche sind folgende:

Die durch geistige bezw. körperliche Tätigkeit verursachte Ermüdung befällt nicht in gleichem Grade beide Hirnhälften. Durch geistige Arbeit, namentlich auf sprachlichem und algebraischem Gebiet, wird bei Rechtshändigen die linke, bei Linkshändern die rechte Hemisphäre überwiegend beansprucht; bei Rechtshändern sind die für die genannte Arbeit in Betracht kommenden Zentren in der linken Hirnhälfte, bei Linkshändern in der rechten funktionell ausgebildet.

Bei körperlicher Anstrengung wird sowohl bei Rechts- als auch bei Linkshändern vorwiegend die rechte Hirnhälfte beansprucht, wie sich aus dem durch Ermüdung bedingten Überwiegen der linkshändigen Schwellen ergibt. Der rechtseitigen Hemisphäre muß also anscheinend die Fähigkeit innewohnen, unsere Bewegungsvorgänge, unsere Richtungs- und Lageveränderungen zu registieren und zu regulieren. Die für Bewegungs-, Richtungs- und Lagevorstellungen in Betracht kommenden Zentren sind also bei Rechts- und Linkshändern in der rechten Hirnhälfte funktionell ausgebildet, es besteht demnach bei Linkshändern keine vollständige Transpositio cerebralis, d. h. Vertauschung der Gehirnfunktionen.

züge, was deutlich zu Tage tritt, wenn man die Versuchspersonen hinter einem quadratischen Drahtgitter photographiert.

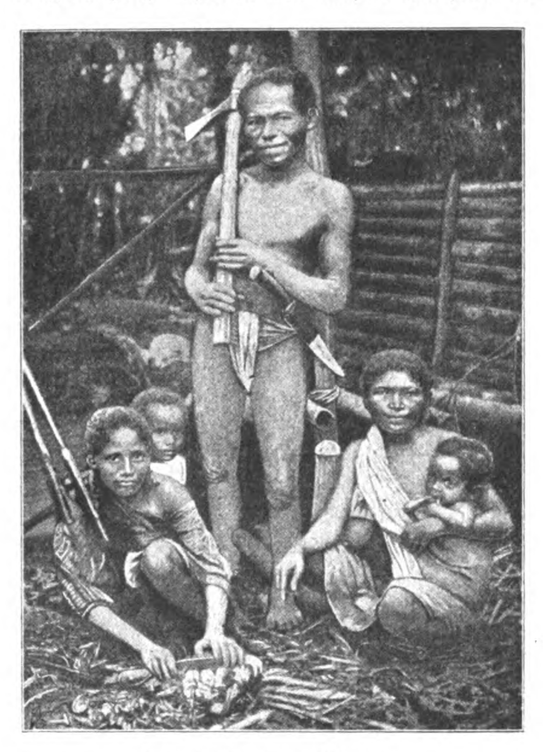
Wichtiger als diese Abweichungen sind die Asymmetrie der Wirbelsäule nebst ihren Anhängen und die der Extremitäten. Hinsichtlich der ersteren, der sogenannten Skoliose, ist durch zahlreiche Untersuchungen festgestellt, daß auch bei ganz normal gewachsenen Menschen die Wirbelsäule leicht seitlich gekrümmt ist, und zwar bei Erwachsenen in den meisten Fällen in der Rückengegend nach rechts, in der Lendengegend nach links. Prof. Gaupp ist der Ansicht, daß diese normale Seitwärtsverkrümmung in vielen Fällen durch die ungleiche Länge der Beine verursacht wird. Lateralverkrümmungen können auch noch durch eine Anzahl menschlicher Gewohnheiten und Beschäftigungen verursacht werden, z. B. durch die Rechtshändigkeit, die jedoch nicht direkt, sondern mehr durch die von ihr diktierte Gesamthaltung des Körpers wirkt. So tritt als Folge schiefer Sitzhaltung beim Schreiben vom Beginn des Schulbesuches an häufig eine Seitlichkrümmung in der Rückengegend ein, die sich in späterem Alter wieder ausgleichen kann.

Die ungleiche Entwicklung der Extremitäten gelangt erst im Laufe des Lebens zur Ausbildung. Entsprechend der vorwiegenden Ausbildung des rechten Armes ist das linke Bein etwas stärker aus-

*) Jena 1909, Verl. G. Fischer.



gebildet, es liegt hier also eine gekreuzte Asymmetrie vor, die sich jedoch nicht nur auf die verschiedene Stärke in der Gestalt, sondern auch auf die Tätigkeit selbst erstreckt. Die meisten Menschen benützen bei gewissen Verrichtungen (Sprung, Stoß usw.) immer dieselbe Extremität.



Negritofamilie von den Philippinen.

Angesichts der Tatsache, daß der normale Mensch asymmetrisch gebaut ist, fragt Prof. Gaupp, ob wir das, besonders die Asymmetrie der oberen Extremitäten, als Mangel zu betrachten haben. Er verneint die Frage, denn gerade die Arbeitsteilung der Hände habe zu einer enormen Steigerung der Leistungsfähigkeit geführt, und ihr verdanke der Mensch unendlich viel.

Auf dem Aussterbeetat.

Prof. G. Fritsch hat in der von ihm aufgestellten Rassenlehre die in den einzelnen Kontinenten vorhandenen Urbevölkerungen in Standvölker (protomorphe) und Wandervölker (metamorphe Rassen) eingeteilt. Erstere, die Urrassen, umfassen u. a. die Australier, Papua (Neu-Guinea), Negritos (Philippinen), Drawidas und Weddas (Vorindien und Ceylon), die Ainos (Sachalin, Nordjapan), die Hottentotten und Buschmänner, die Pygmäen Zentralafrikas. Sie sind bei ihrer sehr geringen, teilweise ganz mangelnden Fähigkeit, sich neuen Verhältnissen anzupassen, in ihrem Bestande stark bedroht, und wenigstens von einem Stamme dieser Art, den Tasmaniern, hat sich das Aussterben sozusagen vor unseren Augen in ganz kurzer Frist vollzogen. Ihre Heimat, die südlich von Australien gelegene und nach ihrem Entdecker, dem holländischen Seefahrer Tasman, benannte Insel, wurde 1642 entdeckt. 1852 waren infolge der englischen Mißwirtschaft nur noch 16 Eingeborene am Leben, von denen der letzte männliche 1865, die letzte Frau 1876 (in London) starb. Ihre Kultur stand auf der denkbar niedrigsten Stufe. Sie lebten als Nomaden noch vollständig im Steinzeitalter, und zwar auf einer noch niedrigeren Stufe als unsere europäischen Paläolithiker, anscheinend auf einer solchen, die dem Zustande unserer eolithischen Vorfahren entspricht. An Waffen besaßen sie nur Speere und eine Art Keule oder Wurfstock, Ackerbau und Viehzucht waren ihnen unbekannt, ebenso Kleidung. Dagegen verfügten sie über Fahrzeuge, Flöße aus Baumrindestücken, die mit Hilfe von Grasfasern miteinander verbunden waren.

Über die Rassenstellung dieser ausgestorbenen Tasmanier sind sehr verschiedene Ansichten geäußert worden. Während einige Forscher sie mit den Australiern zusammenhängen ließen, was ja aus geographischen Gründen am nächsten lag, wollen andere in ihnen Anklänge an gewisse melanesische Stämme sehen, auch an Negritos oder Polynesier. H. Basedow*) hat diese Frage auf Grund des umfangreichsten Materials, das zu erreichen war, aufs neue untersucht und ist zu dem Ergebnis gelangt, daß der Tasmanierschädel ein Insulartypus ist, der von dem echten Australiertypus abzuleiten ist. Das ergab nicht nur die Untersuchung der 36 zur Verfügung stehenden Tasmanierschädel, und ihre Vergleichung mit 126 Australierschädeln, bei der beide Typen eine weitgehende Übereinstimmung zeigten; das kann auch aus ethnologischen, geologischen und geographischen Gründen kaum anders sein. Fremde Elemente hätten bei Umgehung Australiens nur auf sehr großen Umwegen nach Tasmanien gelangen können, während diese Insel erst in nahezu rezenter Zeit




Tasmanier, Weib und Mann.

vom australischen Festlande abgetrennt ist. Die Flora und Fauna Südostaustraliens stimmt mit denen Tasmaniens fast überein. Der in Tasmanien fehlende Wildhund, der Dingo, wird erst nach der Trennung der Insel in Australien eingeführt sein. Die Beutelwölfe, die sich auf der Insel erhalten

*) Ztschr. f. Ethnol., Bd. 42 (1910), S. 175.

haben, unterlagen auf dem Festlande der Konkurrenz mit dem Dingo.

Merkwürdig jedoch und interessant ist es, daß der Tasmanier durch die Abtrennung der Insel vom Festlande in einer verhältnismäßig kurzen Zeit durch Isolierung einige oberflächliche somatische Charakterzüge erworben hat, die zu obigen Hypothesen Anlaß gaben. In der Tat war er aber immer nur ein insularer Typus des echten Australiers.

Wenig Hoffnung besteht auch für die Erhaltung des Buschmannstammes, dessen geringe Reste, über das ungeheure Gebiet der Kalahari verstreut, ihr von den Weißen und Schwarzen kaum noch geduldetes Dasein fristen. So hatte Dr. Rudolf Pöch, der im Jahre 1906 von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien den Auftrag erhielt, die noch lebenden Reste der Buschmannrasse zu studieren, außerordentlich große Strecken zurückzulegen, da er ja in einem ungeheuer großen Gebiete nach den Resten einer verstreuten und im Aussterben begriffenen Bevölkerung zu suchen hatte.

Oft trat ich, so erzählt er in einem vorläufigen Bericht über seine Expedition*), eine weite Reise an auf die Information hin, an dem betreffenden Orte viele Buschmänner von reiner Rasse zu treffen. Wenn ich hinkam, mußte ich leider nicht selten erleben, daß die Gesuchten ihren Wohnsitz verlassen hatten, oder ich traf die Buschmänner, sie waren aber nicht reinrassig, sondern nur Mischlinge. Oft mußte ich weite Strecken zurücklegen, um eine bestimmte Familie oder ein bestimmtes Individuum zu treffen, oft auch tagelang einer bestimmten Horde auf ihren Jagdzügen nachfolgen. So kam es, daß ich schließlich einen großen Teil des Wüstengebietes im Innern Südafrikas, der Kalahari, kennen gelernt habe.

Nachdem Dr. Pöch die Schrecken der Kalahari, ihren Sand, ihre Dürre, ihr Dornbuschland geschildert hat, fährt er fort:

Und in dieser Wildnis, wo dem Europäer das Reisen so schwierig und so entbehrungsreich wird, gibt es eine menschliche Rasse, die allen den Härten dieser Wüsteneien vollständig angepaßt ist, deren Heimat die Kalahari ist, die sie mit nichts anderem vertauschen wollen, und die sich hier sehr wohl und glücklich fühlen: die Buschmänner. Der Buschmann, der zwergartige, gelbhäutige Nomade der Kalahari, weiß alle die Stellen, die Wasser enthalten, er kann aus dem feuchten Sande durch das Saugrohr Wasser trinken, er lebt von den Wassermelonen, die nach einer guten Regenzeit strichweise das Feld bedecken, er kennt auch eine Menge anderer saftiger Wurzeln, die in dem Boden wachsen. In leere Straußeneier füllt er das Wasser und gräbt sie im Sande auf seinen Wanderungen ein, um so wieder auf dem Rückzuge Wasser vorzufinden. Auch von Wassermelonen legt er sich Depots an, indem er sie in den Boden vergräbt. Die Tiere und die Pflanzen des Feldes sind seine Nahrung. Es gibt in der Kalahariwüste viele Antilopenarten, die Elandantilope, die Oryxgazelle, das Gnu, den „Duiker", den „Steenbok"; dann gibt es Strauße, Trappen, Perlhühner, Wüstenwachteln usw. Allen diesen Tieren stellt er erfolgreich nach. Es gibt kein Jägervolk der Welt, welches dem Buschmann an List und Geschicklichkeit gleichkommt. Er ist Meister im Spurenlesen, ein trefflicher Schütze mit seinem Giftpfeil, unter Umständen ausdauernder als selbst die schnellfüßigen Antilopen. Vom frühen Morgen bis zum späten Nachmittage folgt er rastlos dem Wilde auf der Spur, bis das geängstigte, ermüdete, gehetzte Tier seine leichte Beute wird. Während der Mann auf der Jagd ist, gehen die Frauen aus, wilde Feldfrüchte und Samen zu sammeln, Zwiebeln und Knollen auszugraben. Abends kommen sie heim, mit ihrer Beute, nun





Zwei Buschmänner vom Westrande der mittleren und aus der südlichen Kalahari.

*) Die Umschau, 1910, Nr. 23 u. 24.

wird ein Feuer entzündet, die gesammelten und erbeuteten Dinge werden ausgepackt und zubereitet, und beim fröhlichen Mahle sind die Sorgen des Tages vergessen. Ist heller Mondschein, so wird bis spät in die Nacht hinein gesungen und getanzt. Die Frauen stehen im Halbkreise herum, singen und geben durch Klatschen mit den Händen den Takt zum Tanze der Männer; diese tanzen in Reihen, einer hinter dem anderen, in ihren Bewegungen ahmen sie die Bewegungen des Wildes nach. Ihre Gedanken bewegen sich beim Spiele und bei der Unterhaltung um dieselben Dinge, welche tagsüber bei der Arbeit den Inhalt ihres Lebens bilden.

So fühlte sich der Buschmann früher vollständig Herr des Landes, nicht nur der Kalahari, sondern auch der Karroo, des Kaplandes und der Grasfelder des Freistaats und Transvals. Als Jäger hat er in seinem Beruf nicht nur das Höchste erreicht, sondern auch eine Kultur entwickelt, die wir von einem nomadisierenden Wilden nicht erwarten würden. Seine Phantasie hat sich in dem Ausbau eines reichen Fabelschatzes betätigt. Die Wände der Höhlen, in denen er im Kaplande hauste, hat er mit äußerst lebendigen und naturwahren Malereien bedeckt, und auf die Steinplatten, von denen er eine freie Aussicht auf das in der Ebene heranziehende Wild hatte, gravierte er mit großer Geschicklichkeit ebenso lebenswahre Bilder der verschiedenen Wildarten ein.

Zuerst nun wurde der Buschmann eingeengt durch den ihm rasseverwandten Hottentotten, der ihm als seßhafter Viehzüchter überlegen war, dann durch die rasch nach Süden vordringenden Bantuvölker. Schließlich kam der Bur ins Land. Er wollte auf die Grasfelder, wo sich bisher der Buschmann mit seinem Wild herumgetrieben hatte, seine Herden setzen. Mit der überlegenen Feuerwaffe schoß er in kurzer Zeit das Wild aus und trieb nun seine Herden in das Feld. Kein Wunder, daß sich die ihrer Existenzmittel beraubten Buschmänner an diesen Herden vergriffen. Es entbrannte nun ein Kampf, der von beiden Seiten mit großem Mut, großer Erbitterung und Rachsucht geführt wurde und schließlich mit dem Siege des Stärkeren endete. Er führte zur Vernichtung der Buschmänner, deren Reste jedoch in der Kalahari, wo die Lebensbedingungen für den Weißen zu hart sind und auch der Bur nicht festen Fuß fassen kann, erhalten blieben. Hier ragt er als eine uralte Rasse mit den Gewohnheiten eines prähistorischen Jägervolkes wie ein Fossil in die Gegenwart herein.

Am Westrand der mittleren Kalahari traf Dr. Pöch im Jahre 1907 die ersten Buschmänner. Das ganze Jahr 1908 wurde zu einer Durchquerung der mittleren Kalahari von West nach Ost benützt. Er studierte verschiedene Stämme von Kalahari-Buschmännern, darunter solche, die vorher S. Passarge gesehen und beschrieben hatte. Die in diesem Jahre herrschende große Trockenheit hatte den Vorteil, daß viele Buschmänner aus dem Felde herauskamen und leichter in der Nähe gewisser Wasserstellen zu treffen waren. So sah Dr. Pöch in Kamelpan am Ostrande des Chansefeldes etwa 120 Vertreter der Ai Khoë, er konnte kinematographische Aufnahmen der Tänze und phonographische der Gesänge machen. Sodann suchte er behufs Vergleichung noch die Buschmänner des Südens auf. Er sah einige Vertreter der schon fast gänzlich verschwundenen Kham-Buschmänner auf Farmen im Prieska- und Kenhardt-Distrikt, dann noch in Gefängnissen, wohin diese unglücklichen Naturkinder wegen Viehdiebstahls gebracht waren. Diese Kap-Buschmänner sind von Körpergröße durchschnittlich kleiner als die Kalaharileute und scheinen Dr. Pöch den reineren Typus der Rasse zu repräsentieren.

Um die Verbreitungsgrenze dieses südlichen Buschmanntypus in die Kalahari hinein festzustellen, unternahm Dr. Pöch eine weitere Reise von Upington vom Orangeflusse aus, wobei er in einem Vierteljahre 1600 Kilometer in diesem Gebiet zurücklegte. Im Sandfeld nördlich vom Orangefluß traf er noch auf einige kleine, freiumherstreifende Horden der Nu-Buschmänner, die in ihrem Aussehen und ihrem Dialekt den Kham südlich vom Flusse sehr nahe stehen. Weiter nördlich, den Nosob hinauf, lebten Buschmänner, die sich wieder mehr an die im Jahre zuvor besuchten Kalahari-Buschmänner anschließen. So waren also die Verbreitungsgebiete der beiden großen Gruppen der noch existierenden Buschmänner, der Kalahari- und der Kap-Buschmänner, festgestellt und die beiden Gruppen miteinander verglichen. Die wissenschaftliche Verarbeitung des so gewonnenen Materials wird Sache der Zukunft sein.

Die Ausgrabung bei Combe Capelle.

Bei dem weitgehenden Interesse, das die jüngsten paläolithischen Funde in Frankreich erweckt haben, wird es gewiß viele Leser erfreuen, den Bericht des glücklichen Finders O. Hauser über die Entdeckung seines zweiten Diluvialmenschen, des Homo Aurignacensis Hauseri, selbst zu lesen*).

Die paläolithische Station Combe Capelle im Tale der Couze, bekannt durch frühere Schürfungen von Kieselsteingerätsuchern, kam durch Pacht vom 1. Februar 1909 zu Hausers Ausgrabungsgebiet. Die altdiluviale Ansiedlung liegt auf der Höhe eines steilen Abhanges, etwa 40 m über dem Niveau der vorüberführenden Straße (Montferrand-Beaumont-St. Avit Seigneur) und etwa 38 Kilometer von Laugerie haute, Hausers Standquartier, entfernt.

Das durch Anlegung eines Grabens gewonnene Vertikalprofil zeigte schon am dritten Tage eine reiche und deutliche Schichtung, deren einzelne Lagen in ihrer Dicke von Woche zu Woche wechselten und von denen sich örtlich bald die eine, bald die andere auf kurze Strecken verlor. Dauernd meßbar bleiben immer die Schichten I und IV (Solutréen und unteres Aurignacien). Dieses letztere zeigte sich stets begleitet von Spitzen und Schabern, wie sie dem unteren Moustérien (Acheuléen II) und dem eigentlichen Moustérien der klassischen Station 45 von Le Moustier zu eigen sind.

„Am 26. August, $5^3/_4$ Uhr nachmittags — so erzählt Hauser — sandten mir zwei meiner mit dieser Ausgrabung betrauten Vorarbeiter, während ich gerade Profilstudien in Longueroche, der bekannten Magdalenienstation 45, oblag, ein Telegramm: venir de suite si possible, trouvé crâne,

*) Prähist. Zeitschr., I. Bd. (1910), 3/4 Heft.



couche quatre, n'y avons pas touché, prenez dispositions.*) Spät am Abend von meiner Arbeit heimkehrend, nachdem ich mit meinem Pferd schon an die 30 km zurückgelegt, war es mir nicht mehr möglich, in der gleichen Nacht zur Fundstätte zu eilen, um die Bestätigung des höchst überraschenden Telegramms zu holen; ich wußte, daß meine Leute, durchaus zuverlässig und sorgsam ausgebildet, den Fund wohl die Nacht bewachen und sich unter keinen Umständen verleiten lassen würden, mehr bloszulegen, als zur Begründung ihrer Nachricht unumgänglich nötig war. Die dritte Morgenstunde des folgenden Tages sah mich schon unterwegs, und kaum dämmerte der Tag, als ich mit meinem treuen Traber im entlegenen Montferrand eintraf. Die Fahrt auf einsamen Wegen, zum großen Teil durch unbewohnte Gegend, durch stundenlange Kastanienwälder, gab mir Gelegenheit, über die werdende Bedeutung dieses neuen Fundes nachzusinnen. Nach Sachlage der Schichtverhältnisse schien es mir recht unwahrscheinlich, daß wir auf einen zweiten Neandertalmenschen kämen**); wohl barg der Horizont IV noch recht viel prägnantes Material an wirklichen Moustiertypen, allein es herrschten doch stets die Artefakte des zeitlich am nächsten liegenden Aurignacien vor, und nicht selten fanden sich auch schon Dokumente der Knochenbearbeitung und der beginnenden feineren Schmuckindustrie, durchbohrte Muscheln und Zähne. Eine Bestattung aus später paläolithischer oder gar neolithischer Epoche war von vornherein ausgeschlossen; denn im Verlauf der Ausgrabungen hatten sich die, die einzelnen Niederlassungsperioden scharf trennenden, sterilen Schichten immer als völlig intakt erwiesen. Es konnte sich somit nur um eine ganz neue Sache handeln: um eine Übergangsform, insofern eine solche anthropologisch möglich war, oder dann um den ersten bis jetzt bekannten Vertreter der Aurignacien-Kultur. Traf diese letztere Annahme zu, dann konnte die Kenntnis vom diluvialen Menschen ungeheure Bereicherung erfahren; denn da die Industrie des Aurignacien so grundverschieden ist vom Moustérien, einen völlig selbständigen Charakter und nicht etwa bloß eine Entwicklung aus dem Moustérien verrät, können auch die Träger dieser Kultur nicht mehr vom neandertaloiden Habitus sein. Mit welcher Spannung erklomm ich die steile Halde, um recht bald einen kleinen Einblick in das neue Problem zu erhalten!

„Sichtlich erfreut begrüßten mich meine Arbeiter, deren Stolz es immer ist, ihrem Patron etwas recht Schönes zu finden, und die sich bei meinen Kontrollgängen gegenseitig überbieten, mir die besten Funde zu zeigen. Der Platz, wo sie am vorhergehenden Tage die „Wölbung eines menschlichen Schädels" gesehen hatten, war zwei Meter mit Erde und Steinen bedeckt; einer der Arbeiter hatte sich lange umsonst bemüht, einen ‚dunkelbraunen Stein' („caillou") mit dem Pickel zu heben; er griff zu unserem Universalkratzinstrument („grattoir"), um das Hindernis rings zu lösen, als er erschrocken in die Höhe schnellte: „un homme, un homme!" Schnell wurde der ‚falsche Stein' zugedeckt, gesichert und mir telegraphiert; die Leute begannen, meinen früheren Weisungen gemäß, 6 m von der Fundstelle entfernt, weiter zu arbeiten, um auf keinen Fall die Erde im Gebiete des Schädels zu stören.

„Nach Abhebung des am Entdeckungstage aufgeführten Schutzwalles sah ich den ‚schönen braunen Stein' nun auch so, wie ihn Tafel XXVI, 1 (in der unten angeführten Arbeit) zeigt.

„Die gute Erhaltung dieses ‚braunen Steines' war ein Glück, sonst hätten ihn die Pickelhiebe des Arbeiters gründlich zerstören können. Bei der behutsamen weiteren Bloßlegung des Schädels kam zu meinem Erstaunen eine durchbohrte Muschel zum Vorschein und in rascher Folge noch zehn weitere und mehrere undurchbohrte Helix (Schnirkelschnecken); einige dieser Muscheln wurden von Herrn Direktor Bächler-St. Gallen mir freundlichst bestimmt als: Helix nemoralis L., Littorina litorea L. und Nassa reticulata L. Drei der durchbohrten Littorinae hafteten noch fest an der den Schädel haltenden Erdmasse. Das Gesicht lag nach SW. gerichtet mit Neigung nach S. hin.

„Tafel XXVI, 3 zeigt uns den Schädel in seiner enormen Dolichocephalie mit umlagernden Silexstücken und einem Mittelfußknochen von sus scrofa (Wildschwein), jedenfalls dem Überreste der dem Toten beigegebenen Fleischnahrung. Der Schädel in einer Tiefe von 2,48 m, war durch die vom kalkigen Felsvordach abtropfenden Wasser gut konserviert und fest mit dem Erdreich verkittet; ich konnte deshalb wagen, die Partie im Südwest gegen die mit dem linken ramus schon sichtbare Mandibula hin etwas bloßzulegen bis zum Stadium des Bildes Taf. XXVI, 4.

„Außer den durchbohrten Muscheln fanden sich typische Aurignacieninstrumente dicht am Schädel.

„Damit war ein genügender Beweis geliefert, daß der vorliegende Fossilfund nichts gemein hatte mit dem Homo Mousteriensis vom Jahre 1908. Zugleich konnte ich mit der vollen Überzeugung, daß wir wieder vor einem großen, anthropologisch bedeutenden Funde stehen, meinem hochverehrten Meister, Herrn Professor Klaatsch, telegraphisch Nachricht geben und ihn bitten, seine schon beim vorjährigen Funde so glänzend bewährten Dienste auch der neuen Entdeckung zu widmen. Die Bergung dieses neuen Skelettfundes gelang denn auch Herrn Prof. Klaatsch wieder in ganz ausgezeichneter Weise."

Als „Beigaben" zu dieser Bestattung, denn um eine solche handelt es sich zweifellos wieder, sind 92 Funde anzusehen. Interessant sind auch einige Zahlen aus der während einiger Wochen streng durchgeführten Fundstatistik, deren Durchschnitt pro Woche folgendes Ergebnis war:

Schicht I. Solutréen: auf 120 Kieselsplitter kamen 50 verschiedene Tierüberreste und kein einziges ganz erhaltenes oder gut ausgeführtes Artefakt.

Schicht II. Oberstes Aurignacien, mit beginnendem Solutréen: auf 80 Splitter war

*) Wenn möglich sofort kommen, Schädel gefunden, vierte Schicht, haben nicht daran gerührt, treffen Sie Maßnehmen.

**) Bekanntlich hatte O. Hauser am 7. März 1908 in einer Höhle bei Le Moustier das Skelett eines Diluvialmenschen von Neandertaltypus entdeckt, s. Jahrb. VII S. 216, VIII S. 197.

den 25 faunistische Reste und 4 schöne Artefakte gefunden.

Schicht III. Mittleres Aurignacien: bei 250 Splittern ergaben sich 100 Faunareste und 25 gute Instrumente.

Schicht IV. (Fundschicht des Homo Aurignacensis): 1000 Splitter, 600 Faunareste und 187 gute Artefakte. — Diese Zahlen beweisen besser als viele Worte, wie vieler energischer Arbeit es bedarf, um wissenschaftlich einwandfreies Material heranzuschaffen.

In den 92 Sammelnummern der „Beigaben" befinden sich unter 818 Gesamtfunden nur 24 ausgesprochene gute Artefakte, 23 Tierknochen, 73 durch Gebrauch beschädigte Instrumente und 698 Splitter und nicht ausgesprochen fertige Artefakte. Eine Übersicht dieser in unmittelbarer Nachbarschaft des Skeletts gefundenen Stücke wird jedenfalls auch den größten Skeptiker davon überzeugen müssen, daß wir es hier mit einer völlig unberührten Lagerung eines Körpers zu tun haben, der bestattet war.

Ferner kann es keinem Zweifel unterliegen, daß der Mensch dem unteren Aurignacien angehörte. Die hervorragend schönen Exemplare typischer Instrumente dieser Kulturschicht, die dem Toten mitgegeben waren, beweisen, daß ihm hohe Achtung seitens der Seinigen gezollt wurde.

Das Skelett gehört nicht dem Typus der Neandertalrasse an; trotzdem hat es einige Instrumente vom Moustérientypus neben sich. Es ist klar, daß die Moustérienablagerung am Grunde der Grotte auf eine Strecke weit hatte entfernt werden müssen, als die Aurignacienmenschen hier ihren Toten bestatteten. Hiebei mußten sie die schönen Coups de poing (Faustschlägel der Moustérienkultur) finden, die sie vielleicht einfach als Schmuck zu dem Toten legten. Auffällig bleibt es, daß die Moustérienstücke sich nur an Fuß und Unterschenkel finden.

Diese Funde, sagt O. Hauser, regen das Problem der Beziehung der Aurignacienleute zu den Moustérienmenschen überhaupt an. Haben dieselben gleichzeitig im Departement Dordogne gelebt, oder hat die jüngere Menschheit nur noch die Reste der alten Bewohner in Form ihrer Kulturmittel gefunden? Alle diese Fragen verlangen zunächst die anatomische Klärung der Verwandtschaftsbeziehungen der beiden Kulturträger des Aurignacien und des Moustérien.

Diese Klärung hat hinsichtlich des Skeletts von Combe Capelle Prof. H. Klaatsch unternommen*.

Durch Vergleich dieses Schädels mit dem von Prof. G. Schwalbe festgestellten Neandertaltypus und dem Original-Neandertalschädel in Bonn ergibt sich, daß der Homo Aurignacensis einen von der Neandertalrasse gänzlich verschiedenen Menschentypus darstellt. Die extreme Dolichozephalie des Aurignac-Schädels läßt vielmehr an eine nähere Beziehung zu den diluvialen Skeletten von Galley Hill und Brünn in Mähren denken, was von Prof. Klaatsch des näheren begründet wird. Hier seien nur die drei Maße des Längenbreiten-Index ausgeführt; sie betragen 65.7 für den Aurignacschädel, 64.4 für den von Galley-Gill und 66.0 für den Brünner Schädel, und zwar für den besterhaltenen, von Klaatsch als Brünn I bezeichneten der beiden zu Brünn gefundenen Schädel; Brünn II ist leider sehr defekt und zu Vergleichungen wenig geeignet.

Über Brünn I, den er bei seiner Rückreise aus Frankreich nach Hebung des Homo Aurignacensis nochmals prüfte, macht Prof. Klaatsch eine Reihe interessanter Mitteilungen.

An dem paläolithischen Alter dieses Fundes ist nie gezweifelt worden. Wurde doch Brünn I in Tiefe von 4.5 m in ungestörter Lagerung zusammen mit einem Mammutstoßzahn und neben einer Scapula (Schulterblatt) desselben Tieres aufgefunden. Die Vermutung, daß hier wie beim Aurignacmenschen von Combe Capelle Bestattung vorlag, wird durch die mit dem Skelett gefundenen Gegenstände sehr nahegelegt, aber auch schon durch den Umstand angedeutet, daß die Knochen und die umgebende Erde mit dem bekannten Farbstoff der roten Erde gefärbt waren. Erinnert dies an die heutigen niederen Rassen und nicht zum wenigsten an die Australier, so wird die Parallele noch wesentlich verstärkt durch die Auffindung von Muschelhalsketten beim Menschen von Brünn. Merkwürdigerweise sind es dieselben Konchylien, die noch heute bei den Nordwestaustraliern mit Vorliebe benützt werden, nämlich Dentaliengehäuse, die durch Beseitigung des geschlossenen Endes zur Aufreihung geeignet gemacht wurden. Während aber die heutigen Eingeborenen diesen Schmuck der Meeresküste selbst entnehmen, benützten die Leute von Brünn fossile Stücke; bilden doch die Dentalien die Leitfossilen des Wiener Beckens.

Mit Rücksicht auf das Muschelhalsband des Homo Aurignacensis gewinnt der Dentalienfund beim Menschen von Brünn erhöhte Bedeutung. Während aber bei dem neuesten Funde von Combe Capelle sich die Schmuckbeigaben wesentlich auf Muscheln und Silex beschränken, finden sich beim Menschen von Brünn eigentümliche Zahnartefakte, die in dieser Form noch an keiner anderen Stelle entdeckt zu sein scheinen. Es sind durchbohrte Scheiben aus Mammutzahn; ähnliche Stücke sollen aus Rhinozerosrippen hergestellt sein, jedenfalls sind es Artefakte, die nur aus frischem Material gewonnen werden konnten; der Mensch von Brünn lebte also mit Mammut und Rhinozeros zusammen. Das Wunderbarste aber bleibt eine Menschenfigur aus Mammutzahn, die sich würdig den Kunstleistungen französischer Paläolithiker an die Seite stellen kann. Rumpf, Kopf und Arme sind erhalten. Das bärtige Gesicht zeigt einen wundervoll ernsten Ausdruck ohne irgend welche Andeutung von Prognathie. Mammaorgane und äußere Genitalien sind sorgfältig dargestellt.

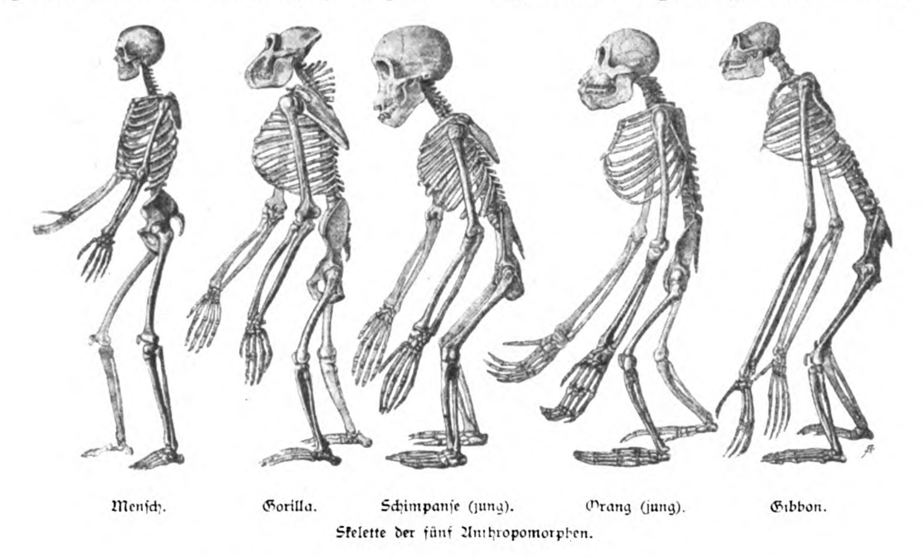
Ob auf Grund dieser Kunstleistungen dem Menschen von Brünn eine höhere Kulturstufe und ein jüngeres geologisches Alter als dem von Combe Capelle einzuräumen ist, diese Frage muß nach Prof. Klaatsch zunächst ganz beiseite gelassen werden. Die Annahme des Verwandtschaftszusammenhanges von Fundstücken, die örtlich so weit aus-

*) Prähist. Zeitschr. 1910, S. 285—338.

einanderliegen, gründet sich zunächst auf rein anatomische Befunde.

Nach eingehender Untersuchung des gesamten Schädel- und Skelettmaterials gelangt Professor Klaatsch zu folgenden Schlüssen:

Es handelt sich bei dem Menschen von Combe Capelle um ein kräftiges männliches Individuum, dessen Alter auf etwa 40 bis 50 Jahre geschätzt werden kann und dessen Eigenart als typisch für den Vertreter einer bestimmten Rasse (Homo Aurignacensis) gelten darf. Die Körperhöhe dieses Aurignacmannes ist nicht sehr hoch anzusetzen, für die Stehhöhe erscheint mit Rücksicht auf die Länge des Oberschenkelknochens 1.60 m als das wahrscheinlichste Maß. Die annähernd gleiche Schenkelknochenlänge beim Skelett von Galley-Hill läßt an nische Tierwelt mit Elephas antiquus, die den älteren Bestand bildet, und auf diese trifft die der Kälte angepaßte, von Osten her einwandernde „Mammutfauna". Das gleiche gilt für den Menschen. Der plumpe Neandertaltypus gehört der Antiquus-Fauna an; der grazile Aurignacmensch wanderte mit dem Mammut von Osten ein; daß beide Rassen während der Eiszeit in Mitteleuropa tatsächlich miteinander gelebt haben, läßt sich nicht bezweifeln. Daß Mischungen zwischen den beiden Rassen eingetreten sind, und zwar noch während des Diluviums, wird durch Betrachtung gewisser zu keinem Typus ausschließlich gehörenden Reste (Chancelade, Cromagnon) wahrscheinlich. Der Fund von Combe Capelle dagegen zeigt uns den Typus der Aurignacrasse noch in reiner Form.



Mensch. Gorilla. Schimpanse (jung). Orang (jung). Gibbon.

Skelette der fünf Anthropomorphen.

Körperproportionen denken, die denen der heutigen Mongoloiden entsprechen; beim Aurignacmenschen trifft das jedoch nicht zu. Während beim Moustiermenschen das Mißverhältnis des großen Kopfes zu den kleinen Gliedmaßen beachtenswert erscheint, zeigt der Homo Aurignacensis viel mehr gemäßigte Proportionen; das Verhältnis seiner Stehhöhe zur Kopfgröße wird mehr dem des modernen Europäers entsprochen haben.

Die Frage, ob nach diesem einen Individuum ein besonderer Typ der Diluvialmenschheit aufgestellt werden dürfe, muß nach Prof. Klaatsch unbedingt bejaht werden. Eine Entwicklung des Aurignactypus aus dem Neandertaltypus ist aus vergleichend anatomischen Gründen ausgeschlossen. Die Unterschiede zwischen diesen beiden fossilen Vertretern der Diluvialmenschheit sind so groß, daß, wenn es sich um Tiere handelte, kein Zoologe zögern würde, daraus zwei verschiedene Spezies zu machen. Die beiden Diluvialrassen offenbaren sich als durchaus selbständige Zweige der Menschheit, die auf verschiedenen Wegen von der gemeinsamen Urheimat nach Mitteleuropa gelangt sind und hier aufeinandertrafen.

Dieses Ergebnis bildete eine Parallele zu dem, was wir über die Fauna zur Eiszeit in Europa wissen. Wir sehen da eine voreiszeitliche afrika-

Die europäischen Urrassen.

Das letzte Jahrfünft hat mit seinem Reichtum an Funden vorgeschichtlicher Skelette eine gründliche Umwälzung in unseren Anschauungen über Herkunft und Verwandtschaft des Ureuropäers hervorgerufen. Lassen wir zunächst einmal den erstaunlichsten dieser Funde, den Unterkiefer von Mauer, beiseite, so bietet uns Prof. H. Klaatsch in einer Arbeit über „Die Aurignacrasse und ihre Stellung im Stammbaum der Menschheit" eine vorzügliche Orientierung über die zur Zeit in der Urgeschichtsforschung schwebenden und am meisten interessierenden Fragen*).

Der am 26. August 1910 in der unteren Aurignacien-Kulturschicht der Halbhöhle Combe Capelle (Dep. Dordogne) aufgedeckte Homo Aurignaciensis wird von Prof. Klaatsch, obwohl erst ein vollständiges Individuum gefunden ist, aus morphologischen Gründen für eine besondere Menschenrasse erklärt. Der Aurignacmensch ist ein vollkommen normales und typisches Wesen, dessen Eigenart Merkmale vereinigt von Menschentypen, die jetzt weit getrennt sind; es kann sich daher nur um einen Repräsentanten einer Menschenart han-

*) Zeitschr. f. Ethnol., 42. Jahrg. (1910), Heft 3 u. 4.

deln. Die Aurignacart ist von der Neandertalart so verschieden wie Orang und Gorilla.

Auf Grund einer eingehenden Vergleichung von Skelettresten der genannten beiden Menschenrassen untereinander und mit den Menschenaffen, eine Vergleichung, auf die einzugehen der Raum verbietet, kommt Prof. Klaatsch zu dem Schlusse, daß das Skelett des Aurignacmenschen bemerkenswerte Ähnlichkeiten mit dem des Orang-Utans, das des Neandertalers eben solche Anklänge an das Gorillaskelett biete. Die Gestaltung der Extremitäten liefert ein überwältigendes Beweismaterial für den verwandtschaftlichen Zusammenhang der beiden Diluvialeuropäer mit Gorilla einer-, Orang anderseits, und es ist eine logische Konsequenz, daß dieselben Parallelen auch am Kopfskelett bestehen müssen, wie sehr sie auch verdeckt sein mögen durch nachträgliche Umgestaltungen, die in beiden Richtungen, sowohl zum Anthropoiden als auch zur Diluvialrasse hin, sich geltend gemacht haben.

Am Neandertalkopf ist es in der Tat nicht schwer, die Anknüpfung an Gorillavorfahren (Prägorilloide) zu erkennen. Nach der Rekonstruktion des Neandertalschädels durch Klaatsch, eine Wiederherstellung, deren Richtigkeit bald durch die Funde neuer Neandertalindividuen von Le Moustier und La Chapelle-aux-Saints bestätigt wurde, zeigte sich eine unverkennbare Annäherung, namentlich an weibliche Gorillaschädel. Auch die Verschiedenheit des jugendlichen Neandertalmenschen (bei Le Moustier) und des greisenhaften Vertreters zeigte eine von Prof. Klaatsch bereits betonte Parallele zu den individuellen Altersveränderungen bei den Gorillas durch die nachträgliche Vergrößerung der Überaugenbrauenwulste (Supraorbitalbogen), deren ursprüngliche Unabhängigkeit von den Eckzähnen sich dadurch deutlich offenbarte. Die Neandertalkiefer zeigen ja keine Spur einer Tendenz zur Vergrößerung der bei den Gorillas so stark vergrößerten Eckzähne; daraus geht hervor, daß die Gliederung der Neandertal-Gorilla-Gruppe in ihre beiden bis jetzt als solche bekannten Endzweige, in die Prägorilloiden und Präneandertaloiden, bereits in sehr weit zurückliegender Zeit eintrat, bevor die Bedingungen wirkten, die die Eckzähne der Prägorilloiden zu dem furchtbaren Kampforgan der heutigen Gorillas werden ließen.

Um Irrtümern zu begegnen, die sofort entstehen, wenn das Thema der Verwandtschaft von Menschen und Menschenaffen berührt wird, betont Prof. Klaatsch noch einmal ganz scharf, wie auf Grund der neuen Tatsachen die Beziehung der Neandertalrasse zu den Gorillas aufzufassen ist: beides sind früh getrennte Zweige eines gemeinsamen Stammes, der sich aus der Urgruppe der höheren Primaten loslöste. Für diese gemeinsame Urgruppe einen passenden Namen zu finden, ist sehr schwer. „Propithecanthropi“ (Voraffenmenschen) wäre vielleicht der beste, denn diese Wesen waren in ihrem Gebiß und ihren Körperproportionen Menschen, nicht Menschenaffen. Sie waren aber noch Vormenschen, Proanthropi, da ihr Fuß noch nicht die definitive Umwandlung aus dem Greiforgan in den Stützapparat durchgemacht hatte. Über ihr Äußeres läßt sich nichts aussagen.

Aus dieser Urgruppe erhoben sich oder sonderten sich mehrere große Zweige, abgesehen von den Prägorilloiden. Als einen der ältesten Zweige, der sich völlig für sich abkapselte, betrachtet Prof. Klaatsch die Australier, die von dem Ausbreitungszentrum nach dem heutigen Australkontinent verschlagen wurden. Das Wesen des anzunehmenden Urheimat-Kontinents muß hier unentschieden bleiben, jedenfalls muß er Beziehungen zu Afrika, zu Asien und dem malaiischen Archipel besessen haben. Daß sich, abgesehen von anderen, ein großer Weststrom und ein großer Oststrom aus der gemeinsamen Vorfahrenmasse herausgeschält hat, ist eine Tatsache, die sich durch Details am Knochengerüst demonstrieren läßt. Innerhalb jeder dieser Gruppen traten nun wiederum Sonderungen ein, die teils zur Bildung von Menschenrassen, teils zur Entstehung von Menschenaffen führten. Professor Klaatsch weist es also entschieden zurück, die Menschenrassen von den Menschenaffen abzuleiten; er bezeichnet letztere als mißlungene Versuche und Anläufe zur definitiven Menschwerdung, als abgesunkene Zweige der Urmenschheit, die infolge der Anpassung an spezielle Lebensbedingungen wichtige Teile ihrer Organisation haben opfern müssen, wobei allein schon die Reduktion (Verkümmerung) des Daumens ihnen den Weg nach aufwärts abschnitt. Dagegen wurde ein mehr begünstigter Nebenzweig in ruhiger Fortentwicklung und unter Beibehaltung der primitiven Merkmale zu einer Menschenrasse.

Die Tatsache, daß es heute vier wohlspezialisierte Menschenaffen-Formen (Gorilla, Schimpanse, Orang, Gibbon) gibt, und der Umstand, daß schon aus dem Tertiär, auch aus dem europäischen, mehrere fossile Formen bekannt sind, läßt darauf schließen, daß die Gliederung der Urstammgruppe schon in einer weit ins Tertiär hinabreichenden Periode stattfand, und daß diese Gliederung eine mannigfaltige war. Es ist daher kaum anzunehmen, daß wir heute bereits alle die Zweige kennen, die Menschenaffen und Menschenrassen geliefert haben. Wir erkennen vorläufig nur die am schärfsten markierten großen Züge gesonderter Entfaltung, gekennzeichnet durch die Westgruppe der Neandertal-Gorilloiden und die Ostgruppe der Aurignac-Orangoiden. Zwischen ihnen werden wahrscheinlich vermittelnde Zweige entsprossen sein. Wie die Sonderung von Afrika und Asien sich erst durch große Einbrüche im Tertiär vollzogen hat, so werden wir auch mit der Möglichkeit älterer Gliederungen zu rechnen haben, und als deutliche Zeugen dafür treten uns noch heute Schimpanse und Gibbon entgegen.

Die Gibbons (Hylobatiden) sind zwar in Anpassung an das Urwaldklettern bezüglich ihrer Extremitäten scheinbar sehr weit von der Menschenbahn fortgeführt, sind aber doch in ihrem Gebiß und in der Beschaffenheit der Gehirnkapsel primitiver geblieben als Gorilla und Orang. Die außerordentliche Variabilität der Arm- und Beinlänge bei den Hylobatiden läßt es nicht schwer erscheinen, sich einen Gibbon mit menschenartigen, d. h. primitiven Extremitäten vorzustellen, wie die niederen Affen sie bewahrt haben. So eine Form von bedeutender Körpergröße muß menschenhafter ausgesehen haben als ein alter Orang oder Gorilla.



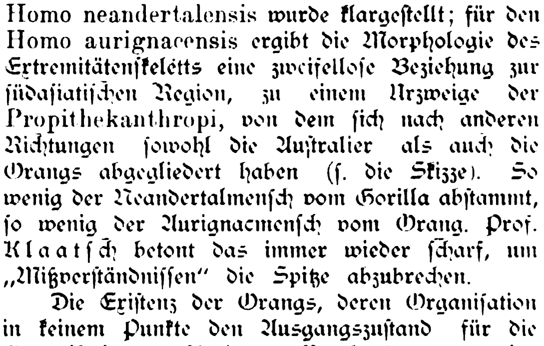
Bei der überaus primitiven Beschaffenheit der Hylobatiden ist zu erwarten, daß eine gibbonartige Unterschicht Ausläufer entsendet hat, deren Fossilreste gelegentlich gefunden werden können und dann naturgemäß die schwersten Zweifel, ob Mensch oder Menschenaffe im alten Sinne, erwecken werden. Wahrscheinlich ist der Pithecanthropus schon ein Repräsentant dieses Zweiges. Es wäre auch wohl möglich, daß sich eine oder einige Menschenrassen diesen Gibbonoiden ebenso hinzugesellen, wie es bei den Gorilloiden oder Orangoiden der Fall ist.

Ein anderer Fossilrest, bei dem gibbonoide Charaktere in den Vordergrund zu treten scheinen, ist der berühmte Heidelberger Unterkiefer (s. Jahrb. VIII, S. 210). Seine sehr plumpe und grobe Beschaffenheit legt allerdings den Gedanken nahe, ihn mit den Neandertal-Gorilloiden in Zusammenhang zu bringen, und es läßt sich von vornherein die Möglichkeit nicht ausschließen, daß neben Vorläufern der Neandertalrasse noch ein anderer Zweig derselben Gruppe existiert hat, wie heute Schimpanse neben Gorilla in Afrika lebt. Prof. Klaatsch kann es vorläufig auch nicht für unwahrscheinlich halten, daß der Unterkiefer in die Vorfahrenreihe der späteren Neandertalmenschen gehört; dann wäre seine gibbonoide Beschaffenheit und seine Primitivität lediglich Vorfahrencharakter.

Es wäre aber auch möglich, daß ganz unabhängig vom neandertal-gorilloiden Zweige der Ausläufer eines anderen Vormenschenstromes schon vor der Eiszeit nach Europa gelangt sei und daß die Heidelberger Mandibula diesem zugehörte; für die Beurteilung der späteren Bevölkerung Europas ist diese Möglichkeit wichtig, da man alsdann mit Elementen zu rechnen hätte, die niemals die spezifischen Neandertal- und Aurignacmerkmale besessen haben, sondern weit tiefer am Stammbaum der Menschheit entspringen würden. Auch für die Frage der ältesten, der eolithischen Kulturträger ist das Problem wichtig.

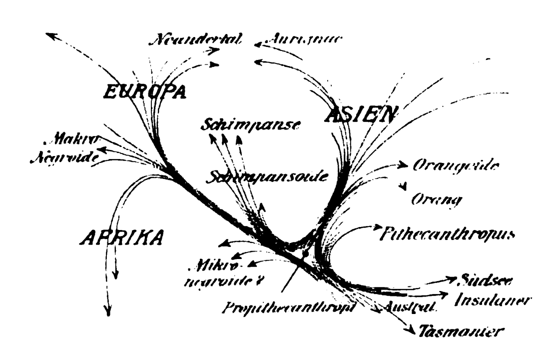
Die Verknüpfung des voreiszeitlichen und diluvialen Europas mit Afrika, welche die neuen Resultate für die Neandertalrasse und die Ahnen der Gorillas ergeben, war für die übrige Tierwelt schon längst festgestellt. Die mächtigen Landbrücken an den Stellen der heutigen Halbinseln des Mittelmeeres haben nicht nur dem Elephas antiquus und seiner Begleitfauna, sondern auch dem Neandertalmenschen den Weg geliefert zu dem Gebiete Mitteleuropas, wo er die unbestrittene Herrschaft hatte, bis ein neuer Strom von Osten herkam, eine neue Tierwelt und mit ihr ein neuer Menschentypus — die Aurignacrasse. Sie ist von der Neanderart so verschieden wie der Orang vom Gorilla, und es wäre daher zoologisch vollkommen gerechtfertigt, diesen fossilen Formen der Menschheit wenigstens den Spezieswert zuzubilligen. Das Wort Rasse ist ungenügend und Varietät oder Subspezies besagt zu wenig.

Das Hauptresultat ist jedoch dieses, daß die Neandertalmenschen und die Aurignacmenschen zwei ganz verschiedene Zweige der Urmenschheit repräsentieren, die zur Eiszeit hier in Mitteleuropa, wohin sie auf ganz verschiedenen Wegen gelangten, aufeinander trafen. Die afrikanische Beziehung des



Homo neandertalensis wurde klargestellt; für den Homo aurignacensis ergibt die Morphologie des Extremitätenskeletts eine zweifellose Beziehung zur südasiatischen Region, zu einem Urzweige der Propithekanthropi, von dem sich nach anderen Richtungen sowohl die Australier als auch die Orangs abgegliedert haben (s. die Skizze). So wenig der Neandertalmensch vom Gorilla abstammt, so wenig der Aurignacmensch vom Orang. Prof. Klaatsch betont das immer wieder scharf, um „Mißverständnissen" die Spitze abzubrechen.

Die Existenz der Orangs, deren Organisation in keinem Punkte den Ausgangszustand für die Organisation der Aurignacrasse abgeben kann, wird nun erst recht verständlich. Als Urformen eignen



Schema zur Erläuterung der Ausbreitung der Menschenrassen und Menschenaffen nach Prof. H. Klaatsch (Gibboniden und Mongoloiden nicht berücksichtigt).

sie sich sehr schlecht; aber im Lichte der Abweichung, der sekundären Umbildung, in mancher Hinsicht der Degeneration wird ihre erstaunliche Menschenähnlichkeit erst richtig gewürdigt. Sie haben mit den Aurignacleuten eine gemeinsame Wurzel, von der sich die Orangs weit mehr durch Umgestaltung entfernt haben, als die mehr australoid gebliebenen Aurignacmenschen.

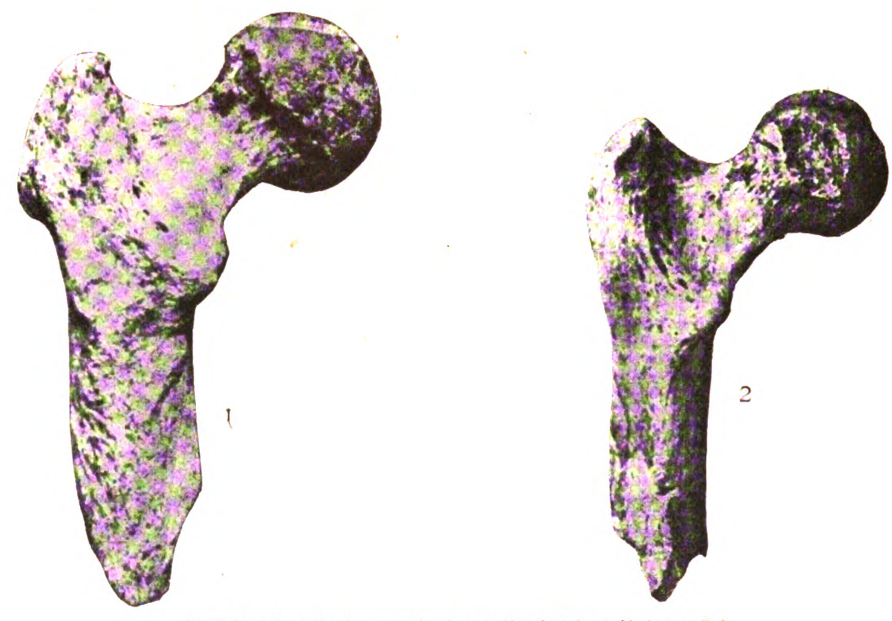
Indem der Aurignacmensch zusammen mit der einem kalten Klima angepaßten Ostfauna — Hauptvertreter des Mammut — einwanderte, trifft er hier auf die präglaziale Antiquusfauna. Auch die Menschenarten trafen aufeinander; wann und wo zuerst, das wissen wir nicht, aber daß sie einander begegneten, und zwar in feindlicher Weise, daß sie wirklich gleichzeitig in Mitteleuropa existiert haben*), das wird über jedem Zweifel erhoben durch die Fundstätte von Krapina. Hier läßt sich sogar an den Abbildungen des Prachtwerkes von Gorjanovic-Kramberger direkt erkennen, ob zur Vorlage der betreffenden Photographie ein Stück Neandertal- oder Aurignacrasse diente.

Die bekannten Umstände der Knochendeponierung in der Halbgrotte von Krapina mit ihren kannibalischen Anzeichen lassen über die Art der Begegnung zwischen den beiden voneinander so sehr verschiedenen Menschenarten keinen Zweifel. Wie man ohne weiteres erwarten muß, hat sich bereits in jener entlegenen Zeit ein schwerer Rassenkampf abgespielt, der möglicherweise mit der Ausrottung der Neandertalrasse endete.

*) Was sich vorläufig für Südfrankreich nicht beweisen läßt.

Bei der Vorstellung dieses Kampfes wird man die verschiedenen Qualitäten der Gegner abzuwägen haben. An Statur dürften sie einander ziemlich gleich und, verglichen mit den modernen Europäern, unter Mittelgröße gewesen sein (etwa 1600 mm). Aufrechter Gang ist für beide Arten anzunehmen. Die Ähnlichkeit mit dem Skelett der Australier läßt wohl auch für den Aurignacmann auf eine große gymnastische Gewandtheit, Schnelligkeit und Ausdauer im Laufen, große Fähigkeit zum Klettern schließen. Der plumpe Bau der Neandertalmenschen erweckt den Eindruck der Schwerfälligkeit, die aber wohl von gewaltiger Muskelkraft begleitet war. Wenn auch das Muskelrelief viel weniger bei Neandertal als bei Aurignac ausgeprägt ist, so darf man doch daraus nicht auf geringere Stärke schließen. Die Analogie mit Gorilla läßt jedenfalls an Furchtbarkeit im Kampfe denken, wobei die rohe Kraft gegen die Gewandtheit und überlegene Intelligenz der Aurignacmenschen sich wehrte. Die Verschiedenheit in der Ausbildung des Vorderhirnes läßt jedenfalls die Aurignacmenschen als den höheren Typus erkennen, dem der andere weichen oder unterliegen mußte. Aber — wie Prof. Klaatsch schon früher betont hat — man kann sich schwer vorstellen, daß eine derartige gewaltige Menschheit einfach zu Grande gegangen sein soll, ohne wenigstens Spuren von sich durch Beimischung des Blutes zu anderen Rassen hinterlassen zu haben. Die feindliche Begegnung braucht eine geschlechtliche Vermischung keineswegs verhindert zu haben, wie wir das ja stets in ähnlichen Fällen der Geschichte und der Gegenwart beobachten. Nach Analogien zu urteilen, hätte man anzunehmen, daß die siegreichen Aurignacleute sich die Neandertalweiber aneigneten, nachdem sie die Männer getötet. Man erinnert sich dabei unwillkürlich der geradezu monströs plumpen und dicken Weiberidole, deren eines, der „Venus von Brassempouy" ähnlich, kürzlich durch Szombathys glückliche Entdeckung aus dem Aurignacien von Niederösterreich ans Tageslicht befördert worden ist. Zu dem schlanken Aurignackörper wollen diese sexuellen Amulette recht schlecht passen.

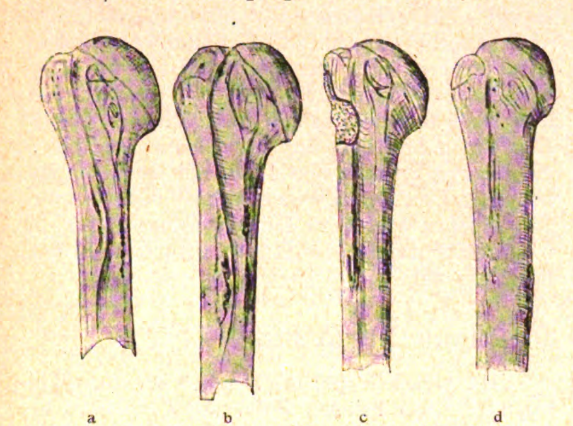
Daß eine solche sexuelle Mischung trotz der Verschiedenheiten fruchtbar war, kann man angesichts der modernen Erfahrungen bezüglich Europäern und Hottentotten nicht bezweifeln. Es erwächst aus diesen Überlegungen die Notwendigkeit, bei Skelettfunden, die geologisch jünger sind als der Homo Aurignacensis von Combe Capelle, die Frage aufzuwerfen, ob sie vielleicht Mischcharaktere von Aurignac und Neandertal erkennen lassen. Das trifft z. B. hinsichtlich des Fossilfundes von Chancelade tatsächlich zu, wie Prof. Klaatsch bis ins einzelne nachgewiesen hat (Prähist. Zeitschr. Bd. I, 1909). Es ist allerdings noch eine andere Erklärungsmöglichkeit da als die der Mischung, und diese gilt ganz allgemein auch für die europäische Bevölkerung der Gegenwart: So wenig der Schimpanse ein Bastard von Gorilla und Orang ist, obwohl er Charaktere von beiden in sich vereinigt, so wenig braucht eine europäische Menschenform, weil sie teils an den Aurignac-, teils an den Neandertaltypus erinnert, aus einer Mischung der beiden hervorgegangen zu sein. Es besteht vielmehr die Möglichkeit, ja beinahe Wahrscheinlichkeit, daß es intermediäre (in der Mitte zwischen jenen beiden stehende) Typen gegeben hat, die einer noch älteren Schicht der Propithekanthropi entstammen und deren Ausläufer bis Europa gelangten. Es muß direkt an einen Zweig der Präschimpansoiden gedacht werden, der naturgemäß in mancher Hinsicht an Neandertal, in mancher an Aurignac anknüpfen wird. Prof. Klaatsch rechnet sogar mit der Möglichkeit, daß es eine weit ins



Zwei Oberschenkelknochen von Krapina, 1. Neandertal-, 2. Aurignacrasse.

Tertiär reichende gibbonoide Unterschicht gegeben habe, die noch vor dem Neandertalmenschen sich über Europa ausdehnte und auf die vielleicht der Kiefer von Mauer zurückzuführen ist.

Hinsichtlich der Cro-Magnon-Rasse gelten dieselben Überlegungen wie bei Chancelade:



Oberarmknochen, oberes Ende, a) Neandertalmensch, b) Gorilla, c) Aurignacmensch, d) Orangutan.

ihre Gehirnkapsel erinnert ungemein an den Neandertaltypus, das Gesicht aber und die Stirnbildung an Aurignac. Die bedeutende Körpergröße, durch welche die Cro-Magnon-Menschen beide Elternzweige weit übertreffen würde, stände mit der Mischnatur keineswegs in Widerspruch.

Die Grimaldi-Skelette erinnern hinsichtlich des Schädels an den Aurignactypus; hiemit würde die bedeutende Länge des Unterschenkels harmonieren, aber nicht die des Vorderarmes. So kann man über die Stellung dieser Skelette noch nichts aussagen, das „Negroide" an ihnen bleibt höchst problematisch.

Von allen Funden hat das Skelett von Galley-Hill noch die größte Ähnlichkeit mit dem Homo Aurignacensis. Vielleicht bringt ein ähnlicher, aber besser erhaltener Fund darin volle Aufklärung. Eine lohnende Aufgabe wird eine morphologische Untersuchung der Germanenskelette und ihre Vergleichung mit der Aurignacrasse bilden. Es ist Anlaß vorhanden, zwischen diesen Dolichocephalen einen Zusammenhang anzunehmen, womit die Notwendigkeit einer späteren „indogermanen" Einwanderung beseitigt wäre.

Unterdessen ist Ende September 1909 in der Höhle La Ferrasie bei Le Bugue in der Dordogne in Gegenwart zahlreicher Anthropologen ein neues Skelett gehoben, über das H. Obermaier*) einen vorläufigen Bericht gegeben hat. Das der Moustérienkultur angehörende Skelett ist nach der fliehenden Stirn, den wulstigen Augenbrauenbogen und der Kinnlosigkeit des Unterkiefers der Neandertalrasse zuzurechnen. Es lag etwa 4 m tief in einer wahrscheinlich zufällig entstandenen flachen Bodenmulde, auf der rechten Seite ruhend, die beiden Beine hoch gegen das Becken angezogen. Die Anordnung einiger Steinblöcke um den Leichnam herum läßt vielleicht auf Beerdigung schließen, obwohl von einer absichtlichen Verschüttung der Leiche nichts zu bemerken ist und auch die Werkzeuge von Moustérientypus zufällig in die Nähe gekommen sein können. Anderseits spricht für eine absichtliche Bedeckung wieder das Fehlen jeder Verletzung durch Raubtiere, die sich eines offen daliegenden Kadavers doch wohl bemächtigt hätten. Vielleicht bestand diese Bedeckung aus Holz und hat deshalb keine Spur hinterlassen.

Im Anschluß an die Anschauungen von Prof. Klaatsch betont auch Prof. G. Kossinna*), daß wir es beim Homo Aurignacensis mit jener Rasse zu tun haben, die ihre reinsten Ableger in der nordischen Rasse der neolithischen Indogermanen Mittel- und Nordeuropas hinterlassen hat, wenn auch andersartige Beimischungen innerhalb dieser nordischen Rasse unverkennbar seien. Der Herleitung vom Cro-Magnontypus widerspricht ganz entschieden die Breite der unteren Gesichtspartie dieses Typus, worin Cro-Magnon ein Element des Neandertaltypus in sich aufgenommen zu haben scheine.

Gegen die Herkunft des Hauser'schen Aurignacskeletts aus dem unteren Aurignacien macht Prof. Kossinna starke, auf die Ausgrabungen Breuils und Bouyssonies gestützte Bedenken geltend. Nach diesen Forschern, die auf demselben Abri auf der Bergspitze Combe Capelle im Sommer 1907 mehr nach der linken Seite gruben, beginnt die Schichtenfolge unten mit dem mittleren Aurignacien, ist also weder das Moustérien noch das untere Aurignacien, in dem nach Hauser sein Skelett lag, vorhanden. Ob damit aber Hauser, der sein Skelett mehr nach der rechten Seite hin gefunden hat, schon widerlegt ist, erscheint doch noch fraglich. Prof. Kossinna betont diesen Punkt deshalb, weil in dem Falle, daß



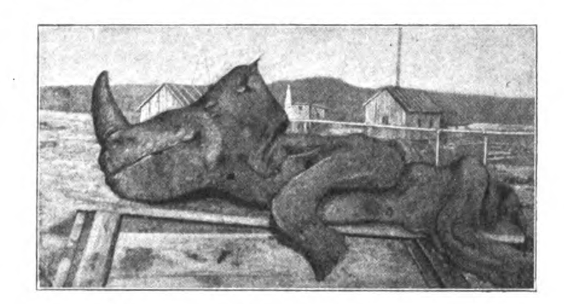
Sog. Venus von Willendorf.

*) Prähist. Zeitschr., Bd. I (1909), S. 187.

*) Mannus, Zeitschr. f. Vorgeschichte, Bd. II (1910), Heft 1—3.

die französischen Forscher recht hätten, für ein Zusammenleben von Neandertalrasse und sogenannter jüngerdiluvialer Rasse, sei es Cro-Magnon oder Aurignac, in Frankreich kein unmittelbares Zeugnis vorliege.

Indirekte Beweise für ein solches Zusammenleben der Neandertaler und der höheren Diluvialrassen sind allerdings bereits vorhanden, falls die von **Klaatsch** geäußerte und von **Kossinna** für richtig gehaltene Ansicht sich bestätigt, daß der Neandertaler Mensch sein Blut etwas im Cro-Magnonmenschen und noch mehr in Teilen nordischer Bevölkerung vererbt habe. Ein **direkter** Beweis für ein altes Zusammenleben der beiden Rassen bleibt jedoch in der Tatsache bestehen, daß zu Krapina Skeletteile beider Rassen, des Neandertalers und des Aurignacensis, gemischt vorgekommen sind, und daß hier wahrscheinlich ein Kampfplatz beider Rassen entdeckt worden ist.



In Galizien gefundenes diluviales Rhinozeros.

Was die Verbindung der Neandertalmenschen mit der Antiquusfauna und demgegenüber die Verbindung des Aurignacensis mit der pelzgeschützten Mammutfauna und den kalten Gebieten Nord- und Mittelasiens angeht, so weist Prof. **Kossinna** auf den Fund eines in seinen Weichteilen wohlerhaltenen Rhinoceros tichorinus zu Starunia in Ostgalizien hin, das des nach **Klaatsch** zu erwartenden Pelzkleides gänzlich entbehrte. Dazu wäre zu bemerken, daß nach den Anschauungen, die gegenwärtig über das Klima Mitteleuropas bei den meisten Glazialgeologen anerkannt sind (s. Abschnitt über die Eiszeit), ein solches Tier des Pelzkleides sehr wohl entbehren konnte.

Für die Annahme, daß ein **Teil der Urbewohner Europas** von Süden her, also **aus Afrika**, eingewandert sei, sprechen u. a. auch die Funde, welche Prof. E. **Koken***) in dem Diluvium von Gaffa in Südtunesien gemacht hat und auf die hier nur kurz hingewiesen sei. In jener Gegend, etwa 50 Kilometer nördlich von Schott Dscherid, findet sich ein großer Reichtum an geschlagenen Feuersteinen, die von eolithischen Formen bis zu solchen der jüngeren Steinzeit führen. Das Diluvium von Gaffa, sagt **Koken**, läßt sich in mehrere wohlgeschiedene Stufen bringen, die auch nach prähistorischer Methode trennbar und wiederzuerkennen sind. Zu unterst liegt eine im wesentlichen aus harten Konglomeraten bestehende Stufe mit altertümlichen, an die Bearbeitung der Steine zu Mesvin und Strépy sich anschließenden Formen (s. über diese von **Rutot** aufgestellten Stufen des Altquartär Jahrb. IV, S. 264). Dann folgen Kiese und Sande mit Artefakten von Chellestypus, dann kiesdurchzogener Lehm mit Artefakten, die bis an das Moustérien heranreichen, dann ein lößartiges Diluvium mit Aurignac- und wohl auch noch jüngeren Typen. Die Stufe des jüngsten Moustérien ist durch die Werkstätte von der Höhe des Rogib repräsentiert, die jetzt freiliegt, vielleicht einst aber auch in Löß eingehüllt war. Andere Werkstätten beweisen, daß der Mensch hier bis in die jüngere Steinzeit hinein gewohnt hat. Die Annahme, daß aus diesen anscheinend ständig bewohnten Ansiedlungen mehrfach Einwanderungen über die mittlere Landbrücke nach Europa vorgekommen sind, liegt sehr nahe.

*) Neues Jahrb. f. Mineral., Geol. u. Pal. 1909, Bd. II.

Die ältesten Menschenreste.

Mit derselben Ehrfurcht, wie heute die Gläubigen vor dem heiligen Zahne Buddhas oder der Knochenreliquie eines Heiligen stehen, werden künftige Geschlechter vor den beiden ältesten bis jetzt bekannten Resten des Menschengeschlechts verweilen, dem Zahn von Trinil und dem Unterkiefer von Mauer. Auch diese beiden ehrwürdigen Überreste sind nicht ohne Anfechtung geblieben, und die Erörterung ihres Alters und ihres Ranges in der Ahnenreihe des Menschen wird wahrscheinlich noch lange auf der Tagesordnung stehen.

Das **geologische Alter und die stammesgeschichtliche Bedeutung des Unterkiefers von Mauer** (Homo Heidelbergensis) wird von E. **Werth***) untersucht. Durch Vergleichung der Fauna der Sande von Mauer mit derjenigen anderer Diluvialschichten, die sich dem chronologischen Schema der Eiszeiten einordnen lassen, kommt er zu dem Schlusse, daß die Mauerer Sande mitteldiluvial sind und der zweiten Zwischeneiszeit angehören, der Mindel-Rißzeit Pencks, der Zeit der Chelléenkultur in Südfrankreich.

Wäre diese Zeitbestimmung zutreffend und damit der Beweis eines altdiluvialen, nahezu tertiären Alters des Kiefers widerlegt, so müßten auch die an das Fossil geknüpften stammesgeschichtlichen Folgerungen teilweise zurückgewiesen werden. **Werth** streitet denn auch gegen die Annahme Prof. **Schoetensacks**, daß der Träger des Kiefers dem gemeinsamen Ausgangspunkt der Menschen und Menschenaffen nahe stehe. Das Mißverhältnis zwischen dem für diesen Kiefer zu kleinen Gebiß und dem riesigen Kiefer deute darauf hin, daß wir es mit einer abgeleiteten Form zu tun haben, mit einem Übergangsglied zwischen menschlichem und anthropoidem Typus. Denn die den Menschenaffen fehlenden Merkmale des Mauerer Gebisses finden sich auch nicht bei den niederen Affen, von denen sich dagegen das Gebiß der Menschenaffen ungezwungen ableiten läßt. Es scheint also nicht ausgeschlossen, daß als Vorfahren des Homo Heidelbergensis Wesen existiert haben, die sich auch in der Bezahnung den Menschenaffen

*) Globus, Bd. 96 (1909), Nr. 15.

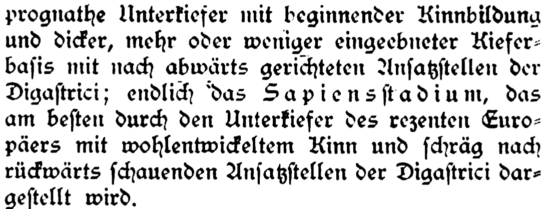


näherten und vor allem kräftiger ausgebildete Eckzähne besaßen. Vielleicht kommt nach E. Werth der Pithekanthropus dafür in Frage, der sicher bedeutend älter als der H. Heidelbergensis ist. Wenn der Kiefer noch tiefer als ein Neandertalkiefer zu stehen scheint, so muß das für einen Menschen der zweiten Zwischeneiszeit sogar erwartet werden, er braucht deshalb noch nicht der Träger einer Eolithenkultur zu sein.

Daß A. Werth durch die Benützung der faunistischen Einschlüsse allein zur Altersbestimmung der Mauerer Fundschicht auf einen Irrweg geraten ist, beweist das Resultat der Exkursion, die am 17. April 1909 von mehr als hundert Teilnehmern der Versammlung des Oberrheinischen geologischen Vereins zu Heidelberg unter Führung Prof. A. Sauers, des Direktors der Württembergischen Geologischen Landesanstalt, in das Gebiet der Mauerer Sande gemacht worden ist*). Der Exkursionsleiter spricht das Ergebnis der geologischen Feststellungen in folgendem Satze aus:

„Die Maurer Sande und Kiese (in denen der Unterkiefer lag) sind nach alledem Ablagerungen des Neckar, durch seitliche Einschwemmungen, Bachschotter und Sand aus dem nahen Buntsandsteingebiet lokal in ihrer Zusammensetzung stark beeinflußt, vom Lößprofil darüber durch eine immer ausgeprägte Erosionsfläche mit Steinkohle, ebenso wie auch von dem mit dem Lößprofil eng verbundenen Hochterrassenschotter, in unserem Falle dem Elsenzkies, scharf getrennt, also sicher altdiluvial. Auch die Fauna des Elephas antiquus, hauptsächlich aber Rhinoceros Etruscus, spricht nach den neueren Untersuchungen (W. v. Reichenaus) in gleichem Sinne für ihr hohes geologisches Alter im Diluvialprofil." Dieses altdiluviale Alter der Mauerer Schichten und damit des ihnen angehörigen Unterkiefers wird nicht nur von deutschen Geologen, sondern auch von M. Boule vollständig anerkannt. Damit werden die Einwände, welche von verschiedenen Seiten, z. B. von Werth und A. Wilser, gegen die Bestimmung des Homo Heidelbergensis als altdiluvial gemacht werden, hinfällig.

Als altdiluvial wird der Heidelbergmensch auch von Prof. K. Gorjanović-Kramberger**) betrachtet in seiner Abhandlung „Der vordere Unterkieferabschnitt des altdiluvialen Menschen in seinem genetischen Verhältnis zum Unterkiefer des rezenten Menschen und dem der Anthropoiden." Prof. Kramberger vertritt hier die Annahme, daß das Kinn des Menschen eine Neubildung sei und stellt drei, selbstverständlich ohne scharfe Grenzen ineinander übergehende Entwicklungsstadien des Kinnes auf: das Anthropoidenstadium, charakterisiert durch eine kinnlose, mehr oder weniger eingerundete und nach rückwärts ausgebreitete vordere Kiefergegend, wie wir sie beim Gorilla, Schimpansen usw. sehen; das Primigeniusstadium, charakterisiert durch mehr oder weniger



prognathe Unterkiefer mit beginnender Kinnbildung und dicker, mehr oder weniger eingeebneter Kieferbasis mit nach abwärts gerichteten Ansatzstellen der Digastrici; endlich das Sapiensstadium, das am besten durch den Unterkiefer des rezenten Europäers mit wohlentwickeltem Kinn und schräg nach rückwärts schauenden Ansatzstellen der Digastrici dargestellt wird.

Die kinnlose Unterkieferplatte des Homo Heidelbergensis erinnert an die Anthropoiden, seine Kieferbasis aber entspricht der des Neandertalmenschen. Danach repräsentiert der Kiefer einen auf der Entwicklung zur Primigeniusstufe begriffenen „unreinen" Anthropoidenzustand. Der Unterkiefer von Mauer ist zweifellos der primitivste aller bisher bekannten menschlichen Unterkiefer; doch lassen die Verminderung der Zahngröße und andere Eigentümlichkeiten die Annahme zu, daß ihm ein noch primitiverer tertiärer (pliozäner) Mensch voraufging. Das Mißverhältnis zwischen dem massiven Kieferknochen und dem nicht besonders starken Gebiß erklärt Prof. Kramberger dadurch, daß die Massigkeit des ersteren wohl ererbt, die Kleinheit der Zähne dagegen ein individuelles Merkmal, vielleicht auch die Folge des Geschlechts sei.

Aus der vergleichenden Untersuchung der verschiedenen Unterkiefer schließt Prof. Kramberger, daß der Homo Heidelbergensis ein aufrechtgehendes Wesen war, daß aber der aufrechte Gang, wie die Kinnlosigkeit schließen läßt, erst eine kürzlich erworbene Eigenschaft war, die Menschwerdung also wahrscheinlich ans Ende des Pliozän fällt. Da dem Heidelbergmenschen das Kinn fehlt, so kann man den Besitz des Kinns nicht als charakteristisch für den Menschen ansehen, wohl aber den aufrechten Gang. Wenn Prof. Schoetensack die Ansicht vertritt, daß wir es hier mit einem uralten gemeinsamen Urzustand zu tun haben, wie er auch dem der Anthropoiden vorangegangen sein muß, so ist Prof. Kramberger der Meinung, daß der Träger des Kiefers von Mauer diesem Zustande bereits entrückt und so spezialisiert war, daß er der Linie der Menschen angehörte. Er darf nicht als der Ausgangspunkt dieser Linie angesehen werden, stand diesem aber zweifellos nahe.

Bemerkenswert ist die Einteilung des Menschengeschlechts, welche Prof. Gorjanović-Kramberger auf Grund der bisher bekannten fossilen Reste aufstellt. Der noch unbekannten pliozänen Gattung „Vormensch" (Prohomo) im „Anthropoidenstadium" folgt die quartäre Gattung Homo, die in zwei Abteilungen zerfällt, die kinnlosen und kinnbegabten Menschen. Erstere, die Homines amentales, im „unreinen Anthropoidenstadium" stehend, werden bis jetzt nur durch den Homo Heidelbergensis vertreten. Letztere, die Homines mentales, weisen zwei Arten, Homo primigenius und Homo sapiens fossilis, auf. Homo primigenius tritt in mehreren Varietäten auf: Var. spyensis umfaßt die Reste mit hohem Unterkiefer von Spy, Krapina, Neandertal, Ochos, Schipka, Gibraltar, Le Moustier und La Chapelle (?), die var. krapinensis die Reste mit niederem Unterkiefer von Krapina, Malarnaud und La Naulette.

*) Sonderabdruck aus dem Versammlungsbericht. Karlsruhe 1909 — Besprechung der Exkursion durch Prof. Fr. Regel, Zentralbl. f. Anthropologie, 15. Jahrg., Heft 3.

**) Zeitschr. f. indukt. Abstammungslehre usw., Bd. 1 (1909), S. 411.

Daß diese nur auf die Unterkiefer basierte Einteilung durch den Fund anderer Skeletteile oder gar vollständiger Skelette beträchtlich verbessert werden kann, haben die jüngsten Funde in Südfrankreich deutlich gezeigt.

Wenden wir uns nun dem zweiten uralten Menschenrest zu, dem Dr. M. Blanckenhorn*) einen eingehenden Bericht gewidmet hat. In den von der Selenka-Expedition auf Java untersuchten Pithekanthropus- (Trinil-) Schichten ist ein fossiler Menschenzahn gefunden worden, allerdings nicht bei Trinil selbst, sondern $3^1/_2$ km westlich davon im Sondebache. Das Eigentümliche an diesem Zahn ist, daß er äußerlich wie ein frischer Zahn aus der Gegenwart aussieht, besonders weil die Schmelzkappe sehr gut erhalten ist. Genauere Untersuchungen des Objekts haben aber ein so hohes Alter für ihn wahrscheinlich gemacht, wie möglicherweise bei keinem anderen bekannten Zahnfossil des Menschen. Es ist von maßgebender Seite die Ansicht ausgesprochen, daß dieser Zahn noch älter sei als die Knochen der Pithekanthropusschicht.

Es handelt sich um einen gut entwickelten ersten linken Mahlzahn aus dem Unterkiefer eines Erwachsenen. Der Zahn ist von einem ganz einwandfreien Europäer gefunden worden und auch weiterhin nur durch die Hände zuverlässiger Europäer gegangen, so daß die Geringschätzung, die der Entdecker des Pithekanthropus, Dubois, ihm erweist, nicht am Platze zu sein scheint. Dubois hat den Zahn für die Fälschung eines Eingeborenen erklärt, der Trinilsand in die Zahnhöhlung eingeklebt habe. Jedoch ist die Füllmasse des Zahnes weder Trinilsand noch auch eingeklebt, sondern sie ist nach der eingehenden Untersuchung seitens mehrerer Gelehrten, besonders Prof. Walkhoffs, der verwandelte, fast bis zur Unkenntlichkeit veränderte Rest des alten Zahnbeines. Um fossilen Zähnen von ähnlichem Erhaltungszustande, Schwund oder totale Umwandlung des Zahnbeines unter gleichzeitiger Erhaltung des Schmelzes, zu begegnen, muß man schon bis ins Tertiär zurückgehen; so ist ein ganz ähnlich nur als Schmelzkappe erhaltener Mastodonzahn aus dem Pliozän bekannt.

Walkhoff schreibt hinsichtlich des Fundes: Wenn man auch über das genaue geologische Alter streiten könnte, so stände doch jedenfalls fest, daß dieser Zahn als erster fossiler Rest des Menschen in Asien nach seiner ganzen Beschaffenheit ein Zeugnis für menschliche Existenz in einer sehr entlegenen Zeitperiode sei. Wahrscheinlich sei er viel älter als der Zahn des Pithekanthropus, der von Dubois mit vollen Zahnwurzeln, also weniger verwittert, abgebildet wird.

Das Alter der Trinilschichten auf Java hat J. Schuster*) auf Grund der in ihnen enthaltenen fossilen Pflanzenreste bestimmt. Danach kann die Trinilflora nicht jünger sein als altdiluvial, aber auch nicht älter, da sie keine einzige ausgestorbene Art oder Varietät enthält. Der einheitliche Charakter der Flora und der ganzen Ablagerung beweist, daß das altdiluviale Alter für die gesamten Trinilschichten, also auch für den Pithekanthropus gilt. Obwohl der Zahn von Trinil in den Anschwemmungen des Flusses gefunden wurde und hier offenbar auf sekundärer Lagerstätte sich befand, kann er doch ebenfalls diesen Schichten entstammen, und wir hätten dann in den beiden ältesten Zeugnissen menschlichen Daseins, dem Kiefer von Mauer und dem Zahn von Trinil, Beweise für ein über alles Erwarten weit zurückreichendes Alter unseres Geschlechts.

*) Zeitschr. f. Ethnologie, Bd. 42 (1910), S. 337.

*) Sitzungsberichte der Münch. Akad. der Wiss. 1909, Heft 17.



Anhang.

1. Periodische Kometen des Jahres 1911. Als erster periodischer Komet des Jahres 1911 gelangt am 8. Januar der Komet Brooks 1889 V in sein Perihel, ein durch das Auftreten von vier Begleitern im Entdeckungsjahr berühmt gewordener Weltkörper, der möglicherweise mit dem Lexellschen Kometen von 1770 identisch ist. Auf Grund der sehr genauen Vorausberechnung von J. Bauschinger ist er schon am 28. September 1910 trotz seiner Lichtschwäche auf der Lick-Sternwarte wiedergefunden worden.

Am 17. August 1911 passiert der Enckesche Komet sein Perihel. Ob er aber sichtbar werden, ob er überhaupt wiederkehren wird, erscheint ziemlich zweifelhaft.

Ungefähr um dieselbe Zeit soll der am 16. Juli 1884 entdeckte Barnardsche Komet 1884 II in Sonnennähe gelangen. Er wird vor allem auf südlichen Sternwarten sichtbar werden.

Auf Oktober oder November sollte das Perihel des ersten Tempelschen Kometen fallen, er ist aber seit 1879 nicht wiedergefunden worden und wird wohl zu den „verlorenen Kometen" zu rechnen sein, zu denen auch der schon 1900 vergeblich gesuchte Brorsensche Komet gehört.

Gegen Schluß des Jahres 1911 ist der Komet Borelly (1905 II) unter günstigen Sichtbarkeitsumständen zu erwarten. (Genaueres siehe Naturwissenschaftliche Rundschau, 26. Jahrgang, Nr. 1, von Prof. Berberich.)

2. Der sprechende Hund. Der Hund des Hegemeisters H. Ebers in Theerhütte, auf den Namen Don hörend, der schon geraume Zeit Aufsehen erregte, ist jetzt von einer wissenschaftlichen Prüfungskommission, der Prof. Dr. Vosseler und der Tierpsychologe Dr. Pfungst angehörten, geprüft worden. Nach einem Bericht der „Umschau" 1911, S. 41, antwortete er, ohne zu zögern oder sich zu irren, auf die Fragen seines Herrn gleich beim ersten Versuch laut und deutlich.

Der Hegemeister fragt: „Wie heißt du?"

Der Hund antwortet mit tiefem Kehllaut: „Don."

Zweite Frage: „Was hast du?"

Antwort: „Hunger!", wobei die zweite Silbe besonders akzentuiert wird.

„Was wolltest du?"

Don ruft: „Haben, haben!"

Jetzt hält der Hegemeister ein Stückchen Kuchen hoch und fragt: „Was ist dies?"

Wie ein Jubelruf klingt es: „Kuchen!"

Kürzlich hat Don noch ein Wort hinzugelernt. Wenn die anderen im Hause befindlichen Hunde draußen lärmen, ruft der Hausherr häufig das Wort: Ruhe! Als nun kürzlich die Hunde draußen wiederum kläfften, erhob Don sich und rief zum Erstaunen der Anwesenden gleichfalls ganz deutlich: „Ruhe!" Seitdem hat man auch dieses Wort mit ihm geübt, und er antwortet nun auf die Frage: „Was bittest du dir aus?" stets das Wort: „Ruhe!" Außerdem sagt er noch ja und nein, aber undeutlicher.

Nach der Prüfung wurden etwa zehn phonographische Aufnahmen gemacht, die Walzen befinden sich jetzt im psychologischen Institut der Universität Berlin. Ausdrücklich wurde festgestellt, daß das Tier weder knurrt noch bellt, sondern daß man die Hervorbringung seiner artikulierten Worte nur als „Sprechen" bezeichnen kann. Ganz seltsam nehmen sich die Stimmen des Hundes und des Menschen nebeneinander im Phonographen aus. Da der Hund viel lauter spricht, so erscheinen die Stimmen von Mensch und Tier in der Wiedergabe wie verwechselt.



K. u. K. Hofbuchdruckerei Karl Prochaska in Teschen.

Die Zeit (Wien). Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Viel Freunde wird sich voraussichtlich das Jahrbuch der Naturkunde erwerben, denn für dieses interessieren sich heute alle ohne Ausnahme; und obgleich es an populären Gesamtdarstellungen nicht fehlt, hat man doch bis jetzt noch kein periodisches populäres Werk gehabt, das über die Fortschritte jedes Jahres berichtet. Es werden abgehandelt: die Astronomie, die Geologie und Geophysik, die Physik, die Meteorologie, die Chemie, die Biologie, die Botanik, die Zoologie, die Urgeschichte der Menschheit, die Ethnographie, die Physiologie und Psychologie, alles sehr hübsch, stellenweise spannend. Die Fülle des dargebotenen Stoffes ist staunenswert und auch der Unterrichtetste wird das Buch nicht aus der Hand legen, ohne Neues daraus gelernt zu haben."

Anzeiger für die neueste pädagogische Literatur. Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen. „Für einen so billigen Preis wird man selten ein so gediegenes Werk wie das vorliegende erlangen."

Aus der Heimat. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Ich bin auch von anderer Seite schon öfters nach einem Werke gefragt worden, in dem die Fortschritte der Naturwissenschaften für Laien bearbeitet sind. Nun kann ich ein solches empfehlen: das im Verlag von K. Prochaska, Teschen, erschienene und von H. Berdrow bearbeitete Illustr. Jahrbuch der Naturkunde." Stuttgart, Dr. K. G. Lutz.

Roseggers Heimgarten. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Die Bearbeitung und Redaktion ist ganz musterhaft gelöst. Bei der flüssigen, fesselnden und anregenden Schreibweise dieser Jahrbücher der Geschichte werden dieselben hoffentlich baldigst sich einbürgern . . . . Die Anschaffung dieses Jahrbuchs der Weltgeschichte kann jedermann nur bestens empfohlen werden. Man wird durch dasselbe bei äußerst angenehmer, nirgends langweiliger Darstellung von den Vorgängen auf allen Gebieten des Lebens, insbesondere des politischen, rasch und richtig unterrichtet."

Deutschtum im Auslande. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen. „Es ist eine dem Bildungswesen zu gute kommende Idee, die Errungenschaften auf dem Gebiete der Erdkunde in Jahrbüchern volkstümlichen Charakters zu billigem Preise darzubieten . . . . Alles ist durch treffliche Abbildungen dem Auge nahe gebracht. Das neue Jahrbuch verdient ganz unseren Beifall."

Volks-Zeitung. (Berlin). „Ein ausgezeichnetes Volksbuch ist im Verlage von Karl Prochaska, Teschen und Wien, erschienen. Es ist das ‚Illustrierte Jahrbuch der Naturkunde'. Hermann Berdrow, der sich eines in wissenschaftlichen Kreisen sehr geschätzten Namens erfreut, hat mit erstaunlicher Sorgfalt alle naturwissenschaftlichen Ereignisse, Forschungsergebnisse und Entdeckungen der letzten Jahre registriert. Keine Abteilung der Wissenschaft ist in diesem interessanten Werke unberücksichtigt geblieben. Zahlreiche Illustrationen schmücken das lesenswerte, hochinteressante Buch. Zuletzt sei noch hervorgehoben, daß der außerordentlich billige Preis jedem Naturliebhaber die Anschaffung des Werkes ermöglicht."

Breslauer Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Von Prochaskas Illustrierten Jahrbüchern nimmt zweifellos das Jahrbuch der Weltgeschichte den hervorragendsten Rang ein. Der etwa 160 Seiten Lexikonformat starke Band, der mit zahlreichen Illustrationen aufs würdigste ausgestattet ist, vereinigt in sich wieder alle Vorzüge, die von uns bereits bei Besprechung des vorigen Jahrgangs hervorgehoben werden konnten, vorzügliche Beherrschung des Stoffes, lichtvolle Darstellung, volkstümliche Schreibweise und gesundes politisches Urteil."

Linzer Tagespost. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen. „Der Verfasser führt uns in die Regionen des ewigen Eises, nach Asien, in die Neue Welt, nach Afrika, Australien und nach der Südsee und versteht es, in leichtfaßlicher und dabei anregender Form die physikalischen und politischen Verhältnisse dieser Gebiete zu schildern. Zahlreiche, dem Texte eingefügte Illustrationen tragen zum Verständnisse des Inhalts bei. Das Buch, das eine Fülle des Interessanten bietet, kann jedermann wärmstens empfohlen werden."

Norddeutsche Allgemeine Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen. „Der Zweck des Buches ist, die weitesten Kreise mit den neuesten Forschungsreisen zu geographischen und ethnographischen Zwecken bekanntzumachen; dementsprechend ist auch der Preis ein sehr geringer. Es ist tatsächlich erstaunlich, welche Fülle von gediegener Belehrung in Bild und Wort dem Leser für Mark 1.50 geboten wird.

Münsterischer Anzeiger. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Die Skepsis, mit der wir an dieses Buch herantraten — wie an alle naturwissenschaftlichen Werke, die für billiges Geld angeboten werden und bei denen die dadurch hervorgerufene Betonung des populär-wissenschaftlichen Charakters nicht selten über den Mangel an Inhalt des Werkes hinwegtäuschen soll — machte bald einer anderen Auffassung Platz; wir begrüßen das Erscheinen dieses Werkes auf das lebhafteste. Das Werk ist stilistisch ausgezeichnet und mit zahlreichen und guten Illustrationen geschmückt. Der Preis ist außerordentlich niedrig bemessen."

Zeitschrift für das Realschulwesen (Wien). Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Wenn der Laie auch aus den Tageszeitungen gelegentlich Mitteilungen über neue Entdeckungen, neue Hypothesen und andere wissenschaftliche und technische Errungenschaften der Neuzeit erhält, so erlangt er damit kein vollständiges Verständnis der betreffenden Zweige des Wissens, da solche Mitteilungen meist nur unvollständig und zusammenhanglos geboten werden, ohne daß auf die oft nicht ausreichende Vorbildung der Leser Rücksicht genommen wird, ja nicht selten werden sie bereits veröffentlicht, ehe eine Arbeit zu einem gewissen Abschlusse gebracht worden ist. Das läßt sich aber erst nach einem bestimmten Zeitabschnitte erreichen und ist daher die Aufgabe von Zeitschriften, welche die Forschungen von einem oder mehreren Jahren zusammenfassen. Es erscheint somit ein solches Jahrbuch, wie es hier vorliegt, ganz geeignet, aufklärend über neuere wissenschaftliche Fragen zu wirken. Das Jahrbuch beginnt mit der Vorführung einiger Entdeckungen am gestirnten Himmel. Es wird dann die Erdrinde in der Vergangenheit und Gegenwart kurz betrachtet, wobei die Veränderungen an der Erdoberfläche, die Verteilung von Wasser und Land sowie namentlich die Erscheinungen der Eiszeiten nach dem Ingenieur Reibisch durch ein regelmäßiges, sehr langsames Schwanken des Erdballs um eine den Äquator schneidende Achse erklärt werden. Durch eine solche sollen einzelne Gegenden der heißen Zone in höhere Breiten und umgekehrt versetzt werden. Die Untersuchungen über Erdbeben führen uns die gewaltigen Wirkungen dieser Erscheinung im letzten Jahre vor. Die Physik belehrt über einzelne Bewegungen der kleinsten Körperteilchen und besonders über die Ätherfrage sowie über die Kräfte des Luftmeeres, wobei auch die Sturmwarnungen und das Wetterschießen berührt werden. Die Chemie führt uns die neuen Elemente, hohe und tiefe Temperaturen vor. Aus der Biologie wird einzelnes zum Beweis der Abstammungslehre vorgeführt. Die Entdeckungen auf dem Gebiete der Welt der lebenden Wesen bringen manches Neue, ebenso die Vorgeschichte des Menschen und die Völkerkunde. Das ‚Jahrbuch' kann als sehr anregend und belehrend bezeichnet werden. Es ist in einem würdigen Ton gehalten und kann auch der reifen Jugend in die Hand gegeben werden."

Allgemeiner Anzeiger für Deutschlands Rittergutsbesitzer. „Wieder einmal ein durchaus gelungenes Volksbuch bester Art, dieser im Prochaska-Verlage in Wien, Leipzig und Teschen erschienene Jahrgang eines ‚Illustrierten Jahrbuchs der Erfindungen', das Mark 1.50 (Kronen 1.80) kostet, für diesen Preis aber geradezu unglaublich viel und überraschend Gutes bietet. Der Text des Werkes ist eine Musterleistung der volkstümlichen Behandlung technischer Themata, so interessant und verständlich, so anziehend sind sie für die Laienwelt, das große Publikum, Jugend und Volk schriftstellerisch abgefaßt. Es ist ein Vergnügen, dieses Werk zu lesen, man verfolgt seinen Inhalt mit einer wahren Spannung."







Klass. Romane der Weltliteratur.

Eine auserlesene Sammlung vorzüglicher Romane. 32 Bände eleg. geb. in effektvoller, schöner Ausstattung. Preis eines Bandes bei Abnahme der ganzen Sammlung 85 Pfg. = 1 K.

Afraja. Nordischer Roman von Theodor Mügge. 3 Bände.

Der Jude. Deutsches Sittengemälde von Karl Spindler. 4 Bände.

Johanna Eyre. Die Waise von Lowood. Von Currer Bell. 3 Bände.

Der Löwe von Flandern. Von Heinrich Conscience. 2 Bände.

Die Frau in Weiß. Von Wilkie Collins. 4 Bände.

Die letzten Tage von Pompeji. Von Eduard Lytton Bulwer. 2 Bände.

Der Irre von St. James. Von Philipp Galen. 3 Bände.

Wallensteins erste Liebe. Von K. Herloßsohn.

Die Tochter des Piccolomini. Von K. Herloßsohn. Beide Romane von K. Herloßsohn, zusammen 5 Bände.

Ivanhoe. Historischer Roman von Walter Scott. 2 Bände.

Ein Jahr. Von Emilie (Flygare-)Carlén. 2 Bände.

Tokeah oder die weiße Rose. Von Charl. Sealsfield. 2 Bände.

Klassische Erzählungen der Weltliteratur

sind eine Auswahl vom Besten, was an edler, gehaltsvoller Unterhaltungslektüre die Dichter der Kulturnationen geschaffen haben. — Jeder Band kostet nur 85 Pfg. = 1 K, obwohl die Ausstattung und im besonderen der Einband sich durch exquisite Schönheit hervortun.

1. **Indiana.** Von G. Sand. — 2. **Der Vogt von Sylt.** Von Th. Mügge. — 3. **Farnmoor.** Von Ouida. — 4. **Die schwarze Tulpe.** Von A. Dumas. — 5. **Zwei Welten.** Von O. Ruppius. — 6. **Der Oberhof.** Von K. L. Immermann. — 7. **Blanka.** Von H. F. Ewald. — 8. **Addrich im Moos.** Von H. Zschokke. — — 9. **Der Liebe Müh' umsonst.** Von J. v. d. Traun. — 10. **Arwed Gillenstierna.** Von C. F. v. d. Velde. — 11. **Die Bettlerin vom Pont des Arts.** Von W. Hauff. — 12. **Der Sieg des Schwachen.** Von M. Meyr. — 13. **Colomba.** Von P. Merimee. — 14. **Der Fliegende Holländer.** Von Kapitän Marryat. — 15. **Eugenie Grandet.** Von H. de Balzac. — 16. **Hedwig, die Waldenserin.** Von H. König. — 17. **Der Lampenputzer.** Von Miß Cummins. — 18. **Der Reichspostreiter in Ludwigsburg.** Von R. Heller. — 19. **Die Braut auf dem Omberg.** Von E. Carlén. — 20. **Waterloo.** Von Erckmann-Chatrian. — 21. u. 22. **Kenilworth.** Von W. Scott. — 23. u. 24. **Die Mörder Wallensteins.** Von K. Herloßsohn.

Die Königin des Tages und ihr Reich.

Astronomische Unterhaltungen über unser Planetensystem und das Leben auf anderen Erdsternen. Von M. W. Meyer. 8°. Mit 4 Abb. 420 Seiten. Elegant broschiert Mk. 4.50, hochfein gebunden mit Goldschnitt Mk. 6.—.

Das Buch der Bücher.

Aphorismen der Weltliteratur. Gesammelt und geordnet von Egon Berg (Leop. Auspitz). 2 Teile, wovon der erstere, Geist und Welt, sich mehr mit den öffentlichen Dingen, der zweite, Herz und Natur, mehr mit dem Gemütsleben beschäftigt. Preis jedes Bandes, eleg. geb., mit Rotschnitt 10 Mk.

Das hier angekündigte Werk ist die Arbeit eines halben Menschenalters, und Dichter und Redner, Philosophen und Staatsmänner, Historiker und Naturforscher, sind darin vertreten. Die bedeutendsten Gedanken, die klangreichsten Aussprüche der hervorragendsten Geister sind hier in einem verhältnismäßig geringen Raume zusammengedrängt und wieder in logischer Folge wiedergegeben. Gegen 5500 solcher Aphorismen in Poesie und Prosa sind in dem „Buch der Bücher" enthalten und die Zitate aus fremden Sprachen (toten wie lebenden) gleichzeitig im Original, wie in der besten Übersetzung angeführt. Das wohlgeordnete Register ermöglicht ein rasches Nachschlagen der auf die verschiedenen Lebenslagen passenden Aussprüche und Zitate.

Durch jede Buchhandlung zu beziehen.